DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 18. September 1925 | Heft 38

Die Kalisalzlager im Oberelsaß und ihre wirtschaftliche Bedeutung.

Von W. WAGNER, Darmstadt.

Während die verschiedenen nutzbaren Mineralien, welche sich in Deutschland finden, wie z. B. die Eisenerze, Kohlen und das Petroleum, auch in anderen Ländern oft in größerer Quantität und in besserer Qualität vorkommen, hat Deutschland bis zum Frieden von Versailles in seinen Kalisalzlagerstätten einen Naturschatz besessen, den außer ihm kein Land der Erde mehr aufzuweisen hatte; und dabei in einem so reichen Maße, daß es damit den Bedarf aller Länder bei regelmäßiger Steigerung auf Jahrhunderte hinaus hätte decken können.

Im Jahre 1913 belief sich die Produktion von Reinkali K_2O auf 11 Millionen Doppelzentner und der Wert des Absatzes auf 192 Millionen Mark.

Erst seit etwa 60 Jahren kennt man den Wert, welchen jene Kalisalze besonders für die Landwirtschaft als Düngemittel haben. Im Jahre 1851 beabsichtigte man in Staßfurt Steinsalz durch Bergbau zu gewinnen. Als man das Lager erschließen wollte, gelangte man zuerst in ein rotes Salz, das einen bitteren Geschmack hatte und die oberen Partien des Steinsalzes für den Gebrauch als Speisesalz unbrauchbar machte. Anfangs war man über diese Verunreinigung sehr ärgerlich, und man half sich damit, die Bittersalze und das damit vermengte Steinsalz abzuräumen, um das reine Steinsalz zu erreichen. So entstand für diese Salze der Name *Abraumsalze*. Diesen Namen führten die durch Kali und Magnesia charakterisierten Mineralien und Mineralgemenge so lange, als man ihren Wert nicht zu schätzen wußte; jetzt werden sie im Gegensatz zu früher *Edelsalze* genannt.

Die Benutzung der Salze hat eine ungeahnte Steigerung in der Ertragsfähigkeit der Ackerböden hervorgerufen. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts sah man allgemein mit Schrecken, daß der Boden den hohen Anforderungen, welche man jahraus jahrein an ihn stellte, nicht mehr gewachsen war. Er war an den Hauptnährstoffen der Pflanze, dem Stickstoff, dem Kali und der Phosphorsäure, verarmt.

Man war daher eine große Sorge los, als man lernte, den Stickstoffgehalt durch Zufügen von Chilisalpeter zu ergänzen, die Phosphorsäure durch Thomasmehl, ein Abfallprodukt aus Lothringens Eisenhüttenwerken, zu erneuern, und endlich in den sog. Abraumsalzen Staßfurts ein Düngemittel fand, durch das man dem Boden den fehlenden Kaligehalt wieder zuführen konnte.

Die Erforschung der Lagerstätten dieser Salze führte in Norddeutschland zu einer ausgedehnten Bohrtätigkeit, durch welche das massenhafte Vorkommen von Steinsalz und den mit diesen an einigen Orten in genetischer Beziehung stehenden Kalisalzen vom Niederrhein bis zur russischen Grenze und von der Unterelbe bis in die Gegend von Fulda hinein nachgewiesen wurde. Während sich Steinsalz außer im *Zechstein* von Nord- und Mitteldeutschland auch in der Trias von Süddeutschland findet, galt bis 1904 in Deutschland die obere Zechsteinformation als die einzige Trägerin abbauwürdiger Kalisalzlagerstätten. Südlich des Mains fehlen Zechsteinbildungen fast ganz und somit auch die Kalisalze.

Um so bemerkenswerter war es, als man 1904 *im Oberelsaß im Tertiär abbauwürdige Kalisalze* auffand.

Damit besaß Deutschland bis zum unglücklichen Kriegsende auch im Süden dieses Naturprodukt. Nur deutsch waren die Gebiete, wo in der Tiefe der kostbare Schatz aus dem Meere in solcher Menge ruht, daß er eine nennenswerte Rolle im Wirtschaftsleben spielen kann. Denn die Vermutungen, daß sich die Kalilager noch auf französischen Boden bis Belfort fortsetzen würden, haben sich als unhaltbar erwiesen.

Die an sich abbauwürdigen *spanischen* Kalivorkommen im Ebro-Becken bei Cardona nordwestlich von Barcelona in Katalonien, die viele Ähnlichkeit mit den elsässischen aufweisen, wie diese im Unteroligocän entstanden sind und ein bis 4 m starkes Sylvinit und 11 m starkes Carnallitlager aufweisen, leiden unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen und Transportschwierigkeiten so sehr, daß vorläufig an eine Konkurrenz mit den deutschen und elsässischen Vorkommen nicht gedacht werden kann. Endlich waren alle die weitgehenden Versuche der *Amerikaner*, welche die besten auswärtigen Abnehmer der Kalisalze zu Düngezwecken sind, diese im eigenen Lande aufzufinden, so gut wie vergeblich. 1923 wurden nur 20 000 t Reinkali in Amerika selbst gewonnen, während 210 000 t eingeführt werden mußten.

Die *erste Bohrung*, welche das Kalisalz im Oberelsaß in 474 bis 479 m Tiefe auffand, lag südlich von *Wittelsheim* im Nonnenbruch, 8 km nordwestlich von Mülhausen (Fig. 1). Diese Bohrung ging bis zu einer Tiefe von 1120 m. Es folgten dann über hundert Tiefbohrungen, durch welche die abbauwürdige Verbreitung des Kalisalzes im Oberelsaß festgestellt wurde. *Meienheim* ist der nördlichste Ort, an dem Kalisalz bis jetzt angetroffen wurde. Die weiteren Orte *Ensisheim*, *Battenheim*, *Sausheim*, *Lutterbach*, *Reiningen*, *Sennheim*, *Bollweiler*, *Rädersheim* und *Ungersheim* begrenzen das bis jetzt erbohrte Lager. Ferner wurde in den Jahren 1911—1913 noch zwischen *Münchhausen* und *Rumersheim*, also zwischen Ensisheim und dem Rhein und in Baden in der Ebene bei *Buggingen*, nordwestlich von Müll-

heim, Kalisalz nachgewiesen. Die Bohrungen lehrten, daß das obere Rheintal von *etwa 2000 m mächtigen Tertiärablagerungen*, die den Unterabteilungen des Tertiärs, dem Oligocän und Untermiocän, angehören, erfüllt ist. Man kann aber oberflächlich nichts von ihnen wahrnehmen, da sie von in vorhistorischer Zeit abgesetzten Kies- und Sandablagerungen des Rheins, deren Mächtigkeiten an manchen Stellen die Höhe des Straßburger Münsters (142 m) noch übersteigen, verhüllt werden. Das Material, aus welchem sich das Tertiär im Oberelsaß aufbaut, besteht aus verschieden gefärbten Mergeln, Tonen,

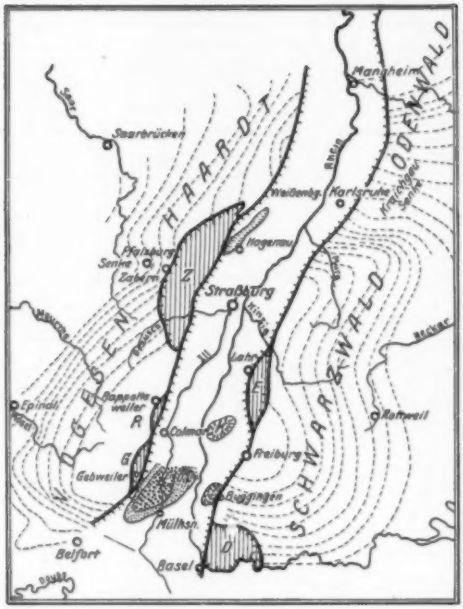


Fig. 1. Kalisalz- und Erdölvorkommen im Rheintalgraben. 1 : 2 812 500.
Erklärung: IIIII Hauptverwertung des Rheintales, ... Streichkurven, *K* = Kaiserstuhl.
//// Bruchfelder: *Z* = Zabern, *R* = Rappoltsweiler, *G* = Gebweiler, *E* = Emmendingen, *D* = Dinkelsberg.
::: Kalisalzlager, ⁂ Steinsalzlager, ═══ Erdöl.

Mergelschiefern, die zum Teil bituminös sind, Kalksandsteinen, seltener Kalksteinen, Konglomeraten, ferner aus Anhydrit, Gips, Steinsalz, sowohl in festen Bänken als auch in Kluftausfüllungen und aus Kalisalzen, Sylvin und Carnallit.

Lassen wir einmal an unserem Auge kurz *die Geschichte des Rheintales zur älteren Tertiärzeit* vorüberziehen.

Wie kamen alle diese mechanischen und besonders die chemischen Absätze zustande?

Wie wir alle wissen, ist das Rheintal, so wie es uns heute vorliegt, nur zu einem geringen Teil das Ergebnis der Tätigkeit des Stromes. Längst hatte sich die Senke zwischen Basel und Mainz gebildet, ehe der Rhein sich ihrer bediente.

Zur *Kreidezeit* war ganz Südwestdeutschland ein Festland. Als sie sich ihrem Ende zuneigte, als zahlreiche Tiergruppen ausstarben, neue erschienen, die Umgestaltung der Pflanzenwelt sich vollzog, da begann das Gebiet, das sich zwischen dem heutigen Schwarzwald und Odenwald einerseits, den Vogesen und der Hardt anderseits ausdehnte, langsam zu senken. Die ältere Tertiärzeit, das *Eocän* sah hier ein Land, in dem Vertiefungen die Möglichkeit zur Bildung von Süßwasserseen boten. Ein solcher entstand z. B. bei Messel unweit von Darmstadt, dessen Ausfüllung in bituminösen Schiefern und Braunkohlen bestand.

Sowohl die Einmuldung von Zabern-Pfalzburg, welche die Vogesen von dem Hardtgebirge trennt, als auch der Kraichgau, der Schwarzwald und Odenwald voneinander scheidet, waren in jener Zeit schon als Senken angelegt. Im folgenden *Unteroligocän* verstärkte sich die senkende Bewegung in diesem Teil der Erdrinde. Aber jetzt kommt es nicht zur weiteren Bildung von Süßwasserseen und zur Vergrößerung der vorhandenen, sondern das Meer erhält die Möglichkeit, von den Vertiefungen Besitz zu ergreifen. Eine Meeresbucht entsteht, die im Sundgau ihr südliches Ende findet, deren östliche und westliche Begrenzung etwa mit der heutigen Lage von Schwarzwald und Vogesen zusammenfällt und deren nördliches Ufer noch nicht genau erforscht werden konnte, das aber jedenfalls die Mainzer Gegend nicht mehr erreichte.

Dieses Meer hat seinen Einzug von Westen her über die Pfalzburg-Zaberner Mulde in die Rheintalsenke gehalten. Sie bildete, ebenso wie das Pariser Becken, eine von dem gleichen Meere durch eine Barre oder Untiefe getrennte Bucht, und als lagunäre Bildungen erweisen sich infolgedessen in der Hauptsache ihre mannigfachen Absätze. In der ersten Zeit der Meeresanwesenheit entstanden stärkere Anhydritlagen und deuteten damit an, daß unsere Bucht derart mit dem offenen Meer in Verbindung stand, daß eine Anreicherung salinarischer Bestandteile hier entstehen konnte. Doch auch *Süßwasserzuflüsse* mündeten, besonders im nördlichen Teil, in den Meeresarm, und zeitweilig entschied sich der Kampf, den das Süßwasser mit dem Meerwasser führte, zugunsten des ersteren.

Dies war insbesondere der Fall zur Zeit der Bildung der sog. Grünen Mergel und des Melanienkalkes im unteren Unteroligocän. *Der nächste Zeitabschnitt des Unteroligocäns* sah dann wieder einen Absatz lagunärer Bildungen, die nach den Buchträndern in Küstengeröllbildungen übergehen, welche die Brandung schuf. Jetzt kam es bereits neben Anhydrit zur Abscheidung von Steinsalzbänken, die je jünger um so häufiger und um so stärker in die Erscheinung treten. Zugleich macht sich ein starker Bitumengehalt in den tonigen Gesteinen geltend. Dieser kann nur durch das massenhafte Absterben von wohl meist Kleinlebewesen in dem übersalzten Wasser entstanden sein. Das Bitu-

men ist aber der einzige Zeuge ihres ehemaligen Daseins, ihre Hartgebilde sind wahrscheinlich der auflösenden Wirkung der Kohlensäure anheimgefallen, die bei der Umsetzung der Kohlenwasserstoffverbindungen entstanden ist. Es bildete sich eine Art Ölmuttergestein, in dem das Bitumen festgebunden ist.

Unsere Bucht als Salzlagune war nicht von Dauer. Eine stärkere Senkung des Gebietes und der Nachbarregionen gewährte dem Meere einen freieren Eintritt zu der Bucht. Die teils brackischen teils marinen Versteinerungen einerseits und das Ausbleiben salinarischer Absätze anderseits verraten uns, daß jetzt ein Seichtmeer hier zur Ausbildung kam. Dieses muß mit dem Pariser Becken in enger Beziehung gestanden haben, da hier wie dort die gleichen Absätze sich bildeten und die gleiche Tierwelt sich aufhielt, wobei wir den Verbindungsweg wohl in der jetzt erweiterten Pfalzburger-Zaberner Senke anzunehmen haben.

Allzulange hielt diese schrankenlose Herrschaft des Meeres, welche sich in der „Versteinerungsreichen Zone" ausdrückte, nicht an. Die alte Tendenz, eine durch eine Barre vom Meere getrennte Bucht zu bilden, tritt wieder in die Erscheinung. Das Fehlen der Lebewelt und die Ausscheidung von Anhydrit und Steinsalz zwischen stark bituminösen Salzmergeln werden aufs neue die charakteristischen Kennzeichen. Doch jetzt tritt etwas ganz Neues hinzu, nämlich *die Bildung der Kalisalze*.

Steinsalz findet sich in stetem viel hundertmaligem Wechsel mit Anhydrit und Mergel von Beginn des mittleren Unteroligocäns an, abgesehen von der oben erwähnten Unterbrechung zur Zeit der „Versteinerungsreichen Zone", in einem Schichtenkomplex von etwa 700—800 m Mächtigkeit.

Jetzt aber legt sich auf eine bituminöse Salzmergelbank, die durch eine dunkelbraune dichte Anhydritlage abgeschlossen wird, ein durch Bitumen braungefärbtes grobkrystallines Steinsalz, über dem sich das untere oder *Haupt-Kalisalzlager* aufbaut (Fig. 2). Es besteht aus 3 Horizonten, die durch 2 salz- und bitumenhaltige Dolomitmergellagen mit Anhydrit, die höchstens je 20 cm stark werden, geschieden sind. Der untere Horizont ist etwa 1,80 m bis 2 m stark; in ihm sind meist die Abbaustrecken getrieben. In nahezu horizontalen Bändern folgen bis zu 12 Lagen von Steinsalz abwechselnd mit solchen von *Sylvin* (KCl), wobei immer eine Steinsalzbank mit der darüber liegenden Sylvinschicht ihrer Entstehung nach eine Einheit bildet. Mit seiner Unterseite ist der Sylvin wellig in das Steinsalz eingesenkt, und er schließt horizontal nach oben ab. Alle Töne von blassem Rosa bis zur Farbe des feurig glühenden Mohns sind in den Sylvinbändern vertreten. Sie stehen in scharfem Kontrast zu dem Weiß der zwischengeschalteten Steinsalzlagen. Alle Salze sind mittel- bis grobkrystallin und rufen ein Glänzen und Gleißen von wunderbarer Pracht hervor.

Das Dach des unteren Horizonts bildet eine feste glatte dunkelgraubraune 3 cm starke Anhydritlage, mit der das ungefähr 15 cm starke tonige und an leichtlöslichen Salzen, ganz besonders Chlorcalcium, reiche Zwischenmittel abschließt. Da wo spätere Erdbewegungen Risse in der Anhydritdecke hervorriefen, ist diese von einem Netzwerk aus lachsrotem, weißem und seltener hellblauem bis tiefviolettblauem Fasersalz durchzogen (Fig. 3).

In dem durchschnittlich 1,70 m starken

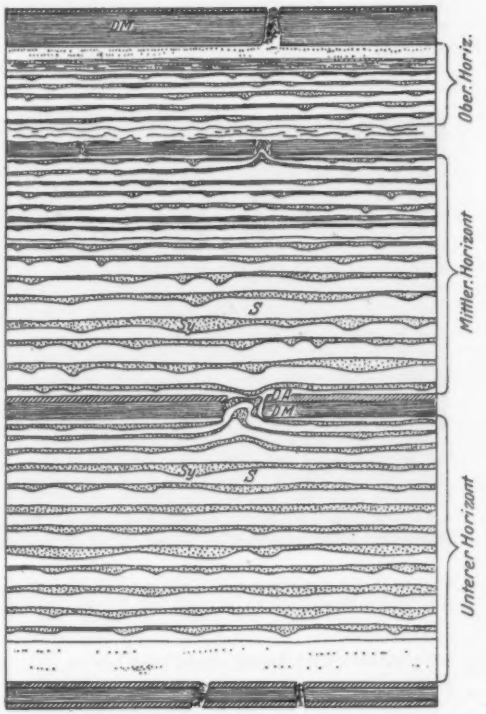


Fig. 2. Idealprofil durch das untere Kalisalzlager (Hauptlager) 1 : 45. *S* = Steinsalz, *Sy* = Sylvin, *F* = Fasersalz, *DM* = Dolomitmergel, *DA* = Dolomit-Anhydrit.

mittleren Horizont schiebt sich in etwa $^2/_3$ der Höhe desselben eine etwa 20 cm starke tonige Steinsalzlage ein. Sonst ist dieser dadurch ausgezeichnet, daß die einzelnen Sylvinbänder infolge eines hohen Eisenoxydgehaltes eine dunkelziegelrote Farbe haben.

Der *obere Horizont* wird selten über 70 cm stark, er erhält durch feine Tonstreifen in dem weißroten Steinsalz-Sylvinwechsel eine unangenehme Beigabe. In das Hangende des oberen Horizonts des Hauptlagers schiebt sich, bisher nur im Felde der

Gewerkschaft Amelie, das etwa 7 km nordwestlich von Mülhausen liegt, nachgewiesen, eine in ihrer Mächtigkeit stark wechselnde, meist hellrote, seltener dunkelbräunlichrote *Carnallitschicht* ein, die im Maximum 1 m dick wird. Den Abschluß nach oben bildet eine Sylvinlage von lichtrötlicher bis weißer Farbe.

Rund 20 m über der Hangendgrenze des Hauptlagers setzt in Steinsalz das *Obere Lager* auf. In der unteren Hälfte dieses Zwischenmittels überwiegen im Wechsel von Dolomitmergel, Salzton und Dolomitanhydrit mit Steinsalz die erstgenannten, in der oberen Hälfte das Steinsalz. Auch hier sind die Salztone auffallend reich an dem seltenen Chlorcalcium.

Zugleich finden sich in dem Zwischenmittel salz gegenüber den stark bituminösen Salzmergeln und Dolomit-Anhydritlagen. Besonders charakteristisch sind in diesem Schichtenpaket 2 geschlossene lichtbräunliche Steinsalzbänke von etwa 8 und 10 m Stärke von wenigen Metern bituminöser Salzmergel getrennt, in denen sich Reste eines Fisches (Paralates Bleicheri) finden. Diese bituminösen Lagen, wie die der eigentlichen Kalisalzzone, erweisen ihren Bitumengehalt nicht nur durch ihre starke Braunfärbung, sondern auch durch einen intensiven unangenehmen Geruch nach Fischöl. Ein ätherischer Auszug ergab nach Verdunsten des Lösungsmittels reichlich gelbliches wachsähnliches Bitumen; die Gesamtmenge anorganischer Substanz, Kohle und Bitumen, erreicht in manchen Lagen 2,87%.

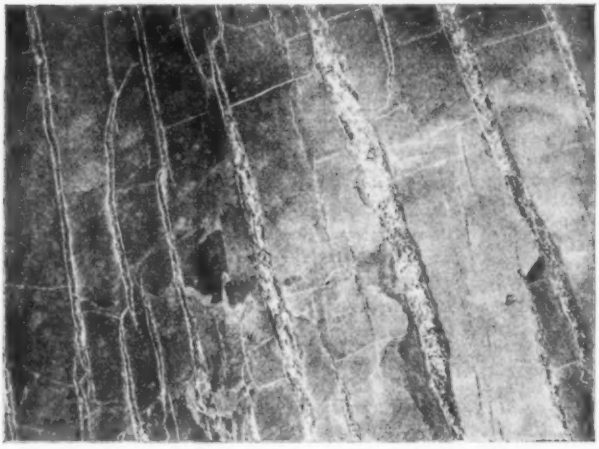


Fig. 3. Dach des unteren Horizonts des Haupt-Kalisalzlagers. Grube Amélie bei Wittelsheim. Spalten mit Fasersalz in Dolomit-Anhydrit.

1—3 kleine Sylvinlagen, deren eine bis zu 40 cm anschwillt.

Während der Sylvin in den 3 Horizonten des Hauptlagers jeweils sich über einem Sockel von sylvinhaltigem Steinsalz mit einer Anhydritbasis aufbaut, beginnt das obere Lager unmittelbar über Steinsalz. Im oberen Lager ist die Trennung zwischen Steinsalz und Sylvin weniger scharf. Besonders charakteristisch sind helle, milchige grobspätige Sylvine, mit roten Rändern umsäumt, so daß diese Sylvinkrystalle, die bis 4 cm groß werden, wie Augen aus dem übrigen Gestein hervortreten. Infolge der gering mächtigen Steinsalzzwischenlagen ist das 1 m selten übersteigende obere Lager verhältnismäßig reicher an Kali (K_2O) als das Hauptlager, doch machen sich tonige Beimengen unangenehm bemerkbar.

In der über dem oberen Lager sich einstellenden Schichtenserie von rund 60 m überwiegt das Stein-

Wie kam der hohe Salzgehalt in dieser Lagune zustande?

Baute sich vielleicht die Küste der Bucht zur Zeit der Entstehung der großen Steinsalz- und Kalilagen aus salzführenden Gesteinen auf?

In Lothringen enthält der untere Keuper größere Steinsalzbänke, ja sogar Kalisalz (Polyhalit) wird an einigen Stellen gefunden, und deshalb wird hier diese Formationsstufe als Salzkeuper bezeichnet. Daß Keuper an manchen Stellen unserer Oligocänbucht die Küste bildete, kann mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, aber Bohrungen im heutigen Rheintalgebiet haben gezeigt, daß er hier nicht mehr salzführend ist; er konnte somit nicht direkt zur Anreicherung des Wassers an Salzen beitragen. Dagegen ist es nicht unwahrscheinlich, daß eine unmittelbare Auslaugung von Muschelkalksalzen zu einer Salzanreicherung in der unteroligocänen Rheintalsenke geführt hat. Steinsalzlager des Muschelkalkes finden sich sowohl in Lothringen als auch in Württemberg (Jagstfeld—Heilbronn), und diese Lager standen ziemlich sicher ehemals in Verbindung miteinander. Ob diese Steinsalzlagen aber ausreichten, um die mächtigen oligocänen Salzlagen zu erklären, ist zu bezweifeln; besonders aber wird hiermit noch nicht die Herkunft des Kaligehaltes gedeutet.

Suchen wir nach einer anderen Erklärung für die Entstehung der Kalisalzlager und prüfen wir die geistreiche Theorie, die *Ochsenius* unter dem Namen der *Barrentheorie* aufgestellt hat.

Die Meeresbucht war durch eine Barre vom offenen Meere getrennt. Mit der Flut trat über die Barre soviel Wasser in das Becken, als in diesem bei dem im Umkreis herrschenden Wüstenklima zur Zeit der Ebbe verdunstete.

Dadurch, daß das ununterbrochen zuströmende

Meerwasser seinen Wassergehalt an die Atmosphäre abgab und aus dieser in Form von Regen keine wesentlichen Zuflüsse erhielt, ließ das Meerwasser die in ihm gelösten Salze im Busen zurück. Es bildete sich auf diese Weise eine stärker konzentrierte Salzlösung, die infolge ihrer größeren Schwere in die Tiefe sank. Die Stoffe, die im Wasser am schwersten löslich sind, scheiden sich zuerst aus, es bildete sich Anhydrit und Gips. Allmählich wurde auch die Anreicherung des Wassers an Chlornatrium so groß, daß es zur Ausscheidung von Steinsalz kam. Endlich, nachdem sich die Barre durch zunehmende Versandung derart geschlossen hatte, daß kein frisches Meerwasser mehr hinzukommen konnte, bildeten sich unter dem Einfluß der Sonnenwärme und der trockenen Winde auch die leichtzerfließlichen *Kali-* und *Magnesiasalze*. Eine wasserundurchlässige Tonschicht schützte sie vor der Auflösung, als das Meer wieder Besitz von den Gebieten ergriff.

Unsere *elsässischen Kalilager* stellen aber *keineswegs ein* solch *reguläres Lager* dar. Der häufige Wechsel von Steinsalz und Sylvin und das Fehlen mancher Salze, welche sich bei einer regelmäßigen Abscheidungsfolge hätten einstellen müssen, erlauben uns nicht, diese Kalilager als normale anzusprechen.

Nun könnte man aber ihre ursprüngliche Entstehung doch nach der Barrentheorie annehmen und die abweichende Ausscheidungsfolge der Salze auf eine spätere Umlagerung der Salze zurückführen. Die diesbezüglichen geologischen Untersuchungen haben aber das Fehlen solcher Unterlagen erwiesen, die nötig wären, um die Eigentümlichkeit der elsässischen Steinsalz-Kalisalzlagerstätten in ihrem chemisch-petrographischen Aufbau durch Umlagerung innerhalb des Rheintales begreiflich zu machen.

Es verbleibt als 2. *Möglichkeit der Entstehung der elsässischen* Kalisalzlager die folgende Annahme: Ein abflußloses Laugenbecken war periodisch wiederkehrenden Überflutungen von Salzlaugen, aus einem anderen Becken stammend, ausgesetzt.

Solange es sich um die Bildung von Steinsalz handelt, kann die Barrentheorie als ausreichend und wahrscheinlich in Anwendung kommen. Vielhundertmal haben wir in der Steinsalz führenden Zone eine Wiederkehr der Ablagerungsfolge Dolomit-Salzmergel, Anhydrit, Steinsalz. Anders wird die Entstehungsmöglichkeit mit dem Augenblick, wo es zu einer wiederholten regelmäßigen Ausscheidung von Steinsalz und Sylvin bzw. Dolomit anhydrit, Steinsalz, Sylvin kommt. Diese genetisch zusammengehörige Gesteinskombination in häufiger Wiederholung kann nicht mehr als Ausscheidung durch periodischen Zutritt von gewöhnlichem Meerwasser zu einer vom offenen Meer abgetrennten übersalzten Meeresbucht erklärt werden, sondern nur durch den periodischen Einbruch von konzentrierten Sylvinlösungen in diese.

Für die Bildung der salinarischen Sedimente vom Charakter der Wittelsheimer Salzgesteine kann man *folgende Bedingung annehmen:* Es bestand ein Becken, das erfüllt war von einer konzentrierten Steinsalzlösung, die zugleich reich an Magnesiumchlorid, Calciumchlorid und Kaliumchlorid war. In dieses Becken fanden periodisch wiederkehrende Einbrüche von hochkonzentrierten, vornehmlich Alkalichloride enthaltenen Lösungen statt. Diese Überflutungen haben sich so oft wiederholt, als einzelne Schichtkombinationen Steinsalz-Sylvingestein bzw. Steinsalz-Carnallitgestein vorhanden sind. Es kann aber auch vorkommen, daß *ein* solcher *Laugeneinbruch* eine mehrfache Folge von Steinsalz-Sylvin hervorbrachte, nämlich dann, wenn periodische Temperaturschwankungen herrschten, wodurch die Verdunstung aus der Lauge einmal eine Abscheidung von Steinsalz, das andere Mal eine solche von Sylvin bewirkte.

Die Bildung der Salztone, reich an leichtlöslichen Salzen, beweist den zeitweiligen größeren Einbruch von Salzschlammströmen, wodurch das Hauptkalilager in 3 Horizonte zerfällt. In den 20 m, die sich über dem Hauptlager aufbauen, sind nur im innersten Becken 2—3 kleine Sylvinbänkchen eingeschaltet; in der Bildungszeit dieses Schichtenkomplexes erfolgten demnach nur selten kleinere Laugeneinbrüche. Solche von größerem Ausmaß führten dann nochmals zur Bildung eines Lagers, das uns im oberen Kalilager vorliegt, wobei der Absatzraum gegenüber dem unteren Lager aber schon eine wesentliche Einengung erfahren hat.

Von da an enthielten aber die einbrechenden Laugen zu wenig Chlorkalium, um eine getrennte Sylvinausscheidung zu veranlassen, doch ist den über der Kalisalzzone zunächst folgenden Steinsalzbänken ein merklicher Gehalt von Chlorkalium — bis zu 7% — und Mutterlaugenresten beigemengt.

Bei unserer Betrachtung nahmen wir also an, daß unserer unteroligocänen Rheintalbucht in einer bestimmten Zeit der oberen bituminösen Zone ein Laugenbecken vorgeschaltet war, von dem aus periodische Einbrüche, hin und wieder mit Schlammmassen vermischt, erfolgten. Sie brachten in der Rheintalbucht die Kalisalzlager zur Entstehung.

Ich denke mir den geologischen Vorgang etwa wie folgt:

Im Anfang des Unteroligocäns begann eine bedeutende Einsenkung des südlichen Rheintales zwischen Vogesen und Schwarzwald. Mit diesem tektonischen Vorgang verknüpft, ist das Wiederaufleben der alten Pfalzburger Kraichgau-Senke. Es bildete sich hier eine Untiefe, über die hinweg das Meer in die in weiterer Senkung begriffene Rheintalbucht eindrang.

Während der Bildungszeit von Anhydrit bzw. Gips und Steinsalz spielte die Pfalzburger Senke die Rolle einer Barre, welche das Rheintal vom offenen Meere oder einer weiteren Meeresbucht trennte. Nur während der Zeit, als sich die „Versteinerungsreiche Zone" aufbaute, büßte die Pfalzburger Senke ihren Barrencharakter ein, um dem Meere freien Zutritt zu dem Rheintal bis in den südlichen Sundgau hinein zu gewähren.

Die obigen Ausführungen über die Entstehungsmöglichkeit der Kalisalze erfordern die Annahme eines Laugenbeckens, das dem Bildungsort als Speiseort vorgelagert war. Während des Aufbaus des größten Teils der oberen bituminösen Zone war m. E. die Rheintalsenke vom offenen Meere durch eine weitere Meeresbucht getrennt. Diese lag im Gebiet der Keuper und Muschelkalksalzlager. In diesem Busen kam es durch Zerstörung des größten Teiles der nachweislich vorhandenen Keuper-Kalisalze zur Bildung hoch konzentrierter alkalichloridführender Laugen. Die Pfalzburger Senke stellte auch in dieser Zeit eine Barre dar, über die hinweg die Laugeneinbrüche periodisch in das ebenfalls salzreiche Rheintalbecken erfolgten. Als *Ursache der Laugeneinbrüche* können Springfluten und ständig wiederkehrende Winde angesehen werden. Wie die Pflanzenüberbleibsel, die Insektenreste und der hohe Bitumengehalt zeigen, fand der Vorgang der Salzausscheidung bei einem subtropischen Klima statt, das aber nicht als völlig regenfrei, geschweige denn als extremes Wüstenklima angesprochen werden kann. Wir können nur von einem „semi-ariden", d. h. einem jahreszeitlichen Wüstenklima reden.

Die Salzabscheidung erfolgte entsprechend der Schwere der Laugen in den tiefsten Beckenteilen. Im unterelsässischen Petrolgebiet zwischen Hagenau und Weißenburg wurde sie jedoch durch mächtige Süßwasserströme unmöglich gemacht, die hier in die Bucht einmündeten. Hier herrschte vermutlich ein reiches Tierleben, das aber infolge der plötzlich eintretenden Laugeneinbrüche zeitweise in katastrophaler Weise vernichtet wurden und so den Stoff für die späteren Erdölansammlungen lieferten.

Wir kommen nun zu der Frage, wie groß ist der Schatz, der in der oberelsässischen Rheinebene in der Tiefe verborgen liegt, *welche Kalisalzmengen können* hier *abgebaut werden*?

Durch zahlreiche Bohrungen, die in deutscher Zeit vorgenommen wurden und die die Kalilager in Tiefen von 370—1100 m nachgewiesen haben, konnte die Ausdehnung des *unteren Lagers* mit etwa 180 qkm, die des *oberen* mit etwa 95 qkm berechnet werden.

Sehr wahrscheinlich setzt sich aber das untere Lager noch weiter nach Norden fort, meist jedoch in Tiefen, die dem Bergbau eine rentable Gewinnung nicht mehr erlauben.

Bei der Aufstellung der Vorratsberechnung ist natürlich zwischen der *Gesamtmenge an Rohsalzen* und *der Menge von abbauwürdigen Rohsalzen zu trennen*.

Unter diesen sind die Salze zu verstehen, die in einer Tiefe von höchstens 1200 m zu liegen kommen und bei denen die *Quantität* nicht zu gering ist, also die Mächtigkeit des unteren Lagers nicht unter 1,80 m kommt und endlich, wo der *Reinkaligehalt* d. h. der Gehalt an Kaliumoxyd nicht unter 10% (K_2O) sinkt. Bei der Aufstellung dieser Bedingungen sind die verunreinigenden Salzmergel mit eingerechnet.

Da stets, wo ein oberes Lager auftritt, ein über 3 m starkes unteres Lager vorhanden ist, so wird das obere auch bei geringerer Mächtigkeit bis herab auf 60 cm, wenn nur sein Kaligehalt über 12% ist, abbauwürdig sein.

Die durch Gewerkschaften belegte Gesamtfläche, auf der 16 Schächte abgeteuft sind, beträgt 22 500 ha. Von dieser Fläche sind etwa 16 600 ha im unteren, 9500 ha im oberen Lager abbauwürdig. In diesem abbauwürdigen Teil beträgt die durchschnittliche Mächtigkeit, ohne Verunreinigung durch Mergel und Dolomitanhydrit, 1 m im oberen Lager und 3,30 m im unteren Lager.

Die abbauwürdige Gesamtmenge an Rohsalz des oberen Lagers beträgt demnach nicht ganz 200 Millionen t, die des unteren rund 1100 Millionen t, insgesamt also 1300 Millionen t.

Unberücksichtigt bleiben bei diesen Zahlen die Verluste an Mächtigkeit durch Verschwächungen an Störungszonen.

Wie hoch stellt sich endlich der Reinkaligehalt d. h. der Gehalt an Kaliumoxyd (K_2O)?

Der Mittelwert aus 29 Analysen des inneren Teiles des oberen Lagers ergab einen Durchschnittsgehalt von 26% Kali (K_2O). Der Mittelwert aus 35 Analysen des unteren Lagers im inneren Becken brachte einen Durchschnittsgehalt von 21%, nach Abzug der tonigen und anhydritischen Zwischenmittel. Da die Analysen der Randgebiete geringere Werte erwiesen, 11—18%, so wird die Annahme von 20% nicht weit von dem wahren Zustand abweichen.

Nehmen wir für das obere Lager 25%, für das Hauptlager 20% an, so ergibt sich der *Reinkaligehalt* des oberen Lagers zu 50 Millionen t, der des Hauptlagers zu 220 Millionen t, also zusammen zu 270 Millionen t.

Diese Mengen stellten vor dem Kriege einen Wert von 48 *Milliarden Mark* dar. Dieses ist die Summe, die wir in Gestalt dieses Bodenschatzes des deutschen Elsasses im Versailler Vertrag an Frankreich abgeliefert haben. Der ganze deutsche Besitz im Elsaß wurde enteignet und eine spätere deutsche Beteiligung verboten.

Die deutsche Kaliindustrie, die, wie schon zu Anfang gesagt, vor dem Kriege das Weltmonopol besaß, war jetzt, nach Verlust der elsässischen Werke, *gezwungen, mit der vom französischen Staat bedeutend begünstigten elsässischen Industrie in Konkurrenz zu treten*.

Selbstverständlich fiel zunächst einmal der eigene französische Bedarf von etwa 45 000 t Reinkali als Lieferung für Deutschland aus.

Dann begann der *Kampf um die Eroberung des Weltmarktes*, der sich in erster Linie bei dem Hauptabnehmer, in den *Vereinigten Staaten von Nordamerika* abspielte. 26,9% der deutschen Ausfuhr für Kali erfolgten 1913 nach den Vereinigten Staaten von Amerika.

Durch Unterbietung der deutschen Preise um 15—20%, gelang es Frankreich, den nordamerikanischen Absatzmarkt für sich zu gewinnen. Zwar

brachte diese Preispolitik der französischen Kaliindustrie in den amerikanischen Krisenjahren 1920 bis 1921 ein Defizit von rund 130 Millionen Franken, aber Deutschland war damit in Amerika zurückgedrängt. Der französische Staat allein gewährte 1922 den elsässischen Werken 152 Millionen Franken als Unterstützung für den Ausbau der Werke.

1923 suchte man nun in Deutschland, nachdem man 1922 wieder etwas Boden in Amerika gewonnen hatte, und nachdem man die Fehler in der Kalipolitik in Deutschland eingesehen hatte, eine Verständigung mit Frankreich. Deutschland schlug Frankreich vor, daß 10% des amerikanischen Kalibedarfs vom Elsaß aus gedeckt werden sollten — vor dem Kriege betrug die elsässische Beteiligungsziffer 6% —. Aber Frankreich fühlte sich so sicher auf dem amerikanischen Markt, daß es eine 35proz. Beteiligungsquote verlangte, an welcher Forderung die Verhandlungen scheiterten.

Das unglückliche Jahr 1923 brachte für die deutsche Kaliindustrie besonders unglückliche Verhältnisse, während Frankreich von Amerika besondere Kalikredite erhielt. Während 1913 die deutsche Kaliproduktion 11,1 Mill. t Reinkali betrug, belief sie sich 1923 nur noch auf 8,8 Mill. t. Die deutschen Preise mußten 15—20% unter die Vorkriegspreise heruntergehen, und Deutschland sah sich 1924 gezwungen, in neue Verhandlungen mit Frankreich einzutreten, die im Herbst 1924 damit endigten, daß von dem nordamerikanischen Absatz Frankreich ein Drittel überlassen werden mußte.

Und jetzt schritt man in Deutschland zu einer tätigen Abwehr der französischen Konkurrenz durch Zusammenschluß einer großen Zahl der deutschen Werke, die vor allem eine Verringerung der Selbstkosten mit sich brachte. Die Herabsetzung der Preise, sowohl der deutschen wie der elsässisch-französischen Salze, führte natürlich in beiden Ländern zu erheblichen Verlusten in der Kaliindustrie.

In diesem Frühjahr (1925) kam es endlich zwischen Deutschland und Frankreich zu einem Weltkalivertrag, vorläufig auf 1 Jahr, der den schweren Konkurrenzkampf in geregelte Bahnen lenkte und ein reibungsloses Zusammenarbeiten ermöglicht. Eine bestimmte Beteiligungsquote für den gesamten Weltabsatz ist allerdings noch nicht festgelegt worden, doch ist mit der Bildung eines Weltkalisyndikats von längerer Dauer bis Ende dieses Jahres zu rechnen.

Neuere Beiträge zur Kenntnis der nacheiszeitlichen Florenentwicklungsgeschichte Mitteleuropas.

Sammelbericht.

Von WALTHER WANGERIN, Danzig.

Die pflanzengeographischen Probleme der nacheiszeitlichen Florenentwicklungsgeschichte Mittel- und Nordeuropas und die eng damit verknüpften Fragen nach etwaigen Änderungen des Klimas während der Postglazialzeit haben bekanntlich auf den internationalen Kongressen der Botaniker in Wien 1905 und besonders der Geologen in Stockholm 1910 eine eingehende Behandlung erfahren, ohne daß indessen ein Ausgleich zwischen den vielfach entgegengesetzten Ansichten der verschiedenen Forscher erzielt worden wäre und auch nur in den wichtigsten, grundsätzlichen Fragen eine einheitliche Auffassung sich hätte anbahnen lassen. Mit unverminderter Schärfe blieb nicht nur der Gegensatz bestehen zwischen den Vertretern einer Anschauung, die jede Annahme eines Klimawechsels in der Postglazialzeit als unbewiesen und unnötig ablehnten, und denen der entgegengesetzten, die entweder eine Erklärung der heutigen Pflanzenverbreitung ohne eine solche Annahme für unmöglich erachteten oder aus gewissen quartärgeologischen Bildungen und paläontologischen Befunden die Anzeichen für Änderungen des Klimas ablesen zu können glaubten, sondern es mangelte auch im Lager der der letzteren Ansicht zuneigenden Forscher nicht an mannigfachen Differenzen in bezug auf wichtige und zum Teil grundlegende, an die Deutung jener Befunde sich anknüpfende Einzelfragen wie die Zahl der zu unterscheidenden Perioden, ihre Aufeinanderfolge und mutmaßliche Dauer, das Ausmaß der klimatischen Schwankungen u. ähnl. m. Für die Durchschlagskraft der an sich gewiß teilweise recht triftigen, zugunsten der Annahme von postglazialen Klimaänderungen ins Feld geführten Gründe ist der letztere Umstand sicher wenig förderlich gewesen; war derselbe doch nur zu sehr geeignet, den Eindruck zu erwecken, als ob es jener Beweisführung doch an einer hinlänglich soliden Grundlage fehlen müsse bzw. es sich nur um Verhältnisse von örtlich begrenzter Bedeutung und nicht um allgemeine, gesetzmäßige Erscheinungen handeln könne. Dieser Auffassung hat z. B. unlängst noch STOLLER[1]) Ausdruck gegeben, wenn er das bekannte BLYTTsche System eines mehrmaligen Wechsels von trockenen und feuchten Klimaperioden als einer kritischen Prüfung nicht standhaltend bezeichnet, wenn er ferner das insbesondere für Schweden aus der ehemals weiter nordwärts reichenden Verbreitung der Hasel und aus anderen Befunden erwiesene postglaziale Klimaoptimum als eine mehr lokale, auf die Ostseeländer beschränkte Erscheinung ansieht, dagegen für Norddeutschland als einzige erhebliche Klimaschwankung die zuerst von C. A. WEBER aus dem „Grenzhorizont" der nordwestdeutschen Moore erschlossene säkulare Trockenperiode gelten läßt und für das Gebiet der Alpenländer eine gleichmäßige, durch Klimaänderungen nicht unterbrochene Entwicklung der heutigen Pflanzenwelt annimmt. Im ganzen war seit dem Erscheinen der Berichte über die Verhandlungen des Stockholmer Kongresses in der Diskussion über diese Fragen unverkennbar ein gewisser Stillstand eingetreten; wenn es in dem folgenden Jahrzehnt auch keineswegs vollständig an einschlägigen neuen Arbeiten mangelte, so hatte doch offenbar hinsichtlich der Annahme von weitreichenden Änderungen des postglazialen Klimas

[1]) J. STOLLER, Die Pflanzenwelt des Quartärs in Potonié-Gothans Lehrb. d. Paläobotanik, 2. Aufl. 1921.

eine recht skeptische Auffassung Platz gegriffen und die Vertreter einer gegenteiligen Meinung wurden entweder nicht beachtet oder nicht einmal ernst genommen. Erst neuerdings ist in diesem Stillstand ein stärkerer Wandel eingetreten, dessen schließliches Ergebnis, wie man jetzt bereits mit ziemlicher Gewißheit voraussagen kann, durchaus zugunsten der so viel umstrittenen Annahme eines mehrmaligen, im Laufe der nacheiszeitlichen Entwicklung eingetretenen Klimawechsels ausfallen dürfte.

Nachdem bereits WEBER[1]), dessen frühere Anschauungen sich im wesentlichen mit den von STOLLER ausgesprochenen deckten und dessen Stimme zweifellos ein besonderes Gewicht beanspruchen kann, eine merkliche Annäherung an diese Anschauungen vollzogen und ferner z. B. HAHNE[2]) sich bemüht hatte, das BLYTT-SERNANDERsche System auch auf Nordwestdeutschland zu übertragen, ist es insbesondere das Verdienst der Arbeit von GAMS und NORDHAGEN, diese Fragen in ihrem ganzen Umfange und unter großen, zusammenfassenden Gesichtspunkten wieder aufgenommen und ebensowohl durch eine kritische, auch alle Grenzgebiete berücksichtigende Verarbeitung der weitschichtigen Literatur, wie auch durch eigene wichtige Untersuchungen ihrer Lösung ein gutes Stück näher gebracht zu haben. Vorausgegangen war ihr bereits eine Arbeit von NORDHAGEN[3]), der bei einer Nachuntersuchung der schon von BLYTT benutzten wichtigen Kalktuffe im Gudbrandsdal (Norwegen) zu dem Ergebnis gelangte, daß jene Profile in noch viel höherem Grade, als BLYTT selbst es ahnte, entscheidend für die Klimawechseltheorie sprechen; die neuen Untersuchungen, die sich besonders auf das Alpenland Südbayerns, sowie auf die angrenzenden Teile von Süddeutschland, Österreich und der Schweiz erstrecken, haben wichtige Aufschlüsse ergeben und ein umfangreiches Material an Beobachtungstatsachen beigebracht, wodurch wenigstens für die späteren Abschnitte der Postglazialzeit eine Parallelisierung mit den in den skandinavischen Ländern erzielten Ergebnissen ermöglicht wird. In erster Linie handelt es sich um den Nachweis von beträchtlichen Wasserstandsschwankungen, die sich sowohl in der wechselnden Höhe der Seespiegel, wie auch in den Ablagerungen der Moore und in den süddeutschen Tufflagern in übereinstimmender Weise ausprägen. Tektonische Bewegungen, die zwar nicht nur im Diluvium, sondern auch im Postglazial stellenweise noch ein bedeutendes Ausmaß erreicht haben und an einzelnen Orten offenbar noch andauern, genügen nicht, um für diese in verschiedenen Gebieten gleichzeitig und gleichsinnig erfolgten Schwankungen des Grundwasserstandes eine befriedigende Erklärung zu finden; vielmehr müssen ihnen andere, über größere Gebiete wirksame Ursachen zugrunde liegen, nämlich Änderungen der Niederschlagsmenge, welche in der Weise erfolgt sind, daß überall auf eine Zeit niedrigen Grundwasserstandes eine Periode gefolgt ist, in der ein langandauerndes Steigen desselben und eine vermehrte Quellentätigkeit einsetzten. Jene Trockenperiode, die sich in einem von rascher Verlandung und Dünenbildung begleiteten Sinken der Seespiegel um mehrere Meter, in einem Versiegen vieler Tuffquellen und Bildung einer starken Verwitterungsschicht in deren Ablagerungen, sowie in einer Ansiedlung der Föhre auf den austrocknenden Hochmooren äußert, hat sich gegenüber dem heutigen Klima nicht bloß durch größere Trockenheit, sondern auch durch höhere Wärme ausgezeichnet, wofür u. a. in der Herrschaft der Eiche als waldbildender Baum und in der weiteren Verbreitung wärmeliebender Pflanzen (*Trapa natans, Najas marina* u. a. m.) sowie auch in dem ausgedehnten Getreidebau der späteren Pfahlbauzeit deutliche Anzeichen vorliegen.

Dieses postglaziale Klimaoptimum wurde abgelöst durch eine plötzlich einsetzende Verschlechterung, die infolge vermehrter Niederschläge ein Steigen der Seespiegel bis erheblich über den heutigen Stand, ein erneutes Moorwachstum — dieses, mit einer Versumpfung durch in Wald- und Zwischenmooren durchaus fehlende Arten wie *Sphagnum cuspidatum* und *plumosum*, sowie *Scheuchzeria palustris* einsetzend, kann unmöglich einer biotischen Sukzession entsprechen, sondern muß auf einer radikalen Änderung der Lebensbedingungen beruhen — und ein der vermehrten Quellentätigkeit entsprechendes Neueinsetzen der Tuffbildung zur Folge hatte; pflanzengeographisch ist diese Periode besonders durch ein Herabsteigen der Fichte und die Ausbreitung der Buche, sowie auch durch einen Rückgang der Nord- und Höhengrenzen vieler Pflanzenarten gekennzeichnet. Als besonders bemerkenswert wegen eines nach den bisherigen Angaben hier scheinbar vorliegenden Hiatus ist noch hervorzuheben, daß auch den Mooren der Schweiz ein entsprechender Schichtwechsel keineswegs fremd ist; der Satz, daß in diesen nur eine einfache Verlandungs- oder Vermoorungssukzession vorliege, gilt nur für Moore relativ jungen Datums, die ihr Wachstum erst nach der Pfahlbauzeit oder noch später begonnen haben, während die Schichtenfolge in den Torfablagerungen älterer Moore mit denen der Ostalpen sich in voller Übereinstimmung befindet und insbesondere unter dem jüngeren Moostorf einen stark humifizierten, vornehmlich aus Resten von Heide- und Waldpflanzen zusammengesetzten Austrocknungshorizont zeigt, der auf eine länger andauernde Periode geringer Niederschläge hinweist. Dieser Trockenzeit ist aber auch wieder eine durch ein feuchtwarmes, atlantisches Klima ausgezeichnete Periode vorausgegangen, die, abgesehen von dem Steigen vieler Seen, dem starken Moorwachstum und der reichlichen Tuffbildung, besonders durch die starke Ausbreitung der Weißtanne im Alpenvorland und in den Nordalpen charakterisiert ist, und für die diesem Abschnitt vorangehende Zeit liegen mancherlei Anzeichen (z. B. Herrschaft der Föhre und der bald nach ihr eingewanderten Stieleiche) vor, die auf Trockenheit und ein rasches Wärmerwerden des Klimas hindeuten. Für die chronologische Datierung dieser verschiedenen Perioden ergeben sich vor allem aus archäologischen Funden geeignete Anhaltspunkte; während nämlich bis zur atlantischen Periode am Ostalpenrande sichere Spuren des Menschen fehlen, hat die ihr folgende Trockenheit am Ende der jüngeren Steinzeit, also etwa im 3. Jahrtausend v. Chr., begonnen und ihren Höhepunkt im Alpengebiet in der älteren Bronze- und frühesten Hallstattzeit, also etwa um 1200—850 v. Chr., erreicht. Die archäologische Pfahlbauforschung, von der Vorstellung beherrscht, daß mit den heutigen ähnlichen

[1]) Vgl. die Anmerkungen zu der von ihm herausgegebenen Arbeit seines Sohnes H. A. WEBER, Über spät- und postglaziale lakustrine und fluviatile Ablagerungen in der Wyhraniederung bei Lobstädt und Borna und die Chronologie der Postglazialzeit Mitteleuropas in Abhandl. d. Naturw. Ver. Bremen **29**. 1918.

[2]) H. HAHNE, Die geologische Lagerung der Moorleichen und Moorbrücken als Beitrag zur Erforschung der erdgeschichtlichen Vorgänge der Nacheiszeit. Diss. Halle 1918.

[3]) R. NORDHAGEN, Kalktufstudier i Gudbrandsdalen. Videnskapsselsk. Skrifter I. Math.-naturw. Kl. Nr. 9, Kristiania 1921.

Seehöhen und Klimaverhältnissen gerechnet werden müsse, ist dadurch zu manchen unwahrscheinlichen Annahmen genötigt gewesen; tatsächlich aber beweist, abgesehen von den stratigraphischen Verhältnissen, das Vorherrschen der Eiche in den jüngeren Pfahlbauten, während sich in den ältesten hauptsächlich Reste von Weißtanne und Eibe finden, ferner der Rückgang der Milchwirtschaft zugunsten des Getreidebaues und das Vorkommen von *Prunus Mahaleb* u. a. wärmeliebenden Pflanzen unzweideutig den trocken-warmen Charakter des späteren Neolithikums und der Bronzezeit. Auf dem Höhepunkt dieser Periode erreichte auch der vorgeschichtliche Bergbau in den Ostalpen (besonders im Salzkammergut) seine größte Blüte und bestand auch ein lebhafter Verkehr über heute zum Teil vergletscherte Alpenpässe. Der entscheidende Wendepunkt fällt zwischen die ältere und mittlere Hallstattzeit, also wahrscheinlich in das 9. Jahrhundert v. Chr.; sowohl das plötzliche Aufhören der Pfahlbaukultur, wie auch das unter katastrophalen Erscheinungen erfolgte Verlassen der Erz- und Salzgruben und der starke Rückgang der Besiedelung, die in der Folgezeit auf die wärmsten Täler beschränkt erscheint, dokumentieren auf das deutlichste die eingetretene Klimaverschlechterung und das durch die vermehrten Niederschläge hervorgerufene Ansteigen der Gewässer. Diese feuchtere und besonders anfangs auch kühlere Periode, der die spätere Hallstatt- und die La Tène-Zeit bis zur frühgeschichtlichen Zeit angehören, hat wenigstens eine trockenere Schwankung während der gallorömischen Zeit aufzuweisen (etwa 120 v. Chr. bis 180 n. Chr.); ungefähr vom 7. nachchristlichen Jahrhundert datiert unter nur noch relativ geringen Schwankungen der gegenwärtige Zustand. Sowohl die Zahl der unterschiedenen Klimaperioden als auch die aus den vorgeschichtlichen Funden abgeleitete Datierung derselben gestattet nun eine wenigstens vorläufige Parallelisierung mit dem BLYTT-SERNANDERschen System, an das die Verfasser sich auch bezüglich der Terminologie anschließen. Danach ist die zweite Trockenperiode, der u. a. auch der Grenzhorizont der Moore Norddeutschlands und die Eichenzeit in diesem Gebiet sowie auch in Schweden und Dänemark angehören, als subboreal und die ihr folgende Zeit der Klimaverschlechterung, während deren sich der jüngere Sphagnetumtorf bildete, als subatlantisch zu bezeichnen, während der ältere Sphagnetumtorf der feuchtwarmen atlantischen Periode entspricht und dieser wieder die trockenere boreale Zeit vorausging, während deren die Ancylushebung ihren Höhepunkt erreicute. Als der in klimatischer und pflanzengeographischer Hinsicht noch am wenigsten geklärte postglaziale Zeitabschnitt erscheint nach alledem der präboreale, der den Übergang von der letzten Eiszeit zur borealen Periode vermittelt und dem einerseits die jüngere Dryasflora, andererseits aber auch die Einwanderung der ersten Waldbäume angehören.

Bei ihren Untersuchungen haben sich GAMS und NORDHAGEN neben anderen mit Vorteil auch der zuerst in Schweden durch L. VON POST in die Wissenschaft eingeführten und später hier besonders auch durch G. ERDTMAN weiter ausgebildeten sog. pollenanalytischen Methode bedient, die durch nicht nur qualitative, sondern auch quantitative Analyse der in Torf und Sedimenten enthaltenen fossilen Pollenflora eine tragfähige Grundlage für die Feststellung der Entwicklung vor allem der nacheiszeitlichen Waldflora zu gewinnen trachtet. Während die sonstigen im Torf enthaltenen Fossilien im allgemeinen nur ein Bild von der Vegetation des Moores selbst gewähren und daneben allenfalls noch zufällig aus der nächsten Umgebung hereingelangte Teile eingebettet enthalten, im ganzen also nur einen sehr kleinen Ausschnitt aus der Gesamtvegetation des Gebietes zu einer bestimmten Zeit darstellen, wird durch die neue Methode ein Quellenmaterial für die postglaziale Vegetationsgeschichte erschlossen, das auch gewichtige Spuren der weiteren Umgebungsvegetation enthält, da vor allem die frei in den Luftraum aufragenden windblütigen Bäume mit ihrer großen Pollenproduktion einen entsprechend reichen Niederschlag geben und die unter Wasserabschluß geratenen und dadurch vor der Verwesung bewahrten Pollenkörner fossil mit allen für die Bestimmung notwendigen Struktureigentümlichkeiten erhalten bleiben. Nur von wenigen Bäumen, so vor allem von den Pappeln und daneben auch von Ahorn und Esche ist der Pollen fossil in der Regel nicht erhalten, während die große Mehrzahl aller bestandbildenden Baumarten unserer Wälder (mit Einschluß der nicht windblütigen Linde) und von wichtigen Sträuchern vor allem der Haselstrauch auf diese Weise nachweisbar sind. Indem Proben aus der ganzen Schichtenfolge in regelmäßigen vertikalen Abständen der mikroskopischen Analyse unterworfen und dabei auch die Mengenverhältnisse beachtet werden — letzteres geschieht in der Weise, daß die aus der Zählung von 100 oder 150 Pollenkörnern gewonnenen Zahlen in Prozente umgerechnet werden —, ergibt sich auch ein annäherndes Bild von dem Mengenverhältnis der Baumarten zu der Zeit, in der der Pollenniederschlag des betreffenden Horizontes erfolgte; freilich fehlt es nicht ganz an Fehlerquellen, durch die die Genauigkeit des Bildes etwas getrübt werden kann, indem z. B. der Pollen von Bäumen, die in nächster Nähe der Untersuchungsstelle auf dem Moore selbst gewachsen sind, leicht alle anderen Kurven herunterdrücken kann, ohne daß die zugehörigen Arten absolut an Menge abgenommen haben, und auch eine ungleiche, aus einer einzelnen Stichprobe nicht erkennbare Verteilung der Gesamtpollenmenge vorliegen kann, doch hat die sorgfältige kritische Prüfung ergeben, daß der Einfluß dieser und anderer Fehlerquellen (z. B. Ferntransport) nicht überschätzt zu werden braucht und durch Untersuchung möglichst vieler Proben und Profile im wesentlichen ausgeschaltet werden kann. Besonders anschaulich werden die Resultate der Pollenanalyse durch ihre graphische Darstellung in Pollendiagrammen, wobei auf einer Ordinate die Proben im Verhältnis ihres Abstandes im Profil und auf den jeder Probe entsprechenden Abszissen die Prozente der verschiedenen Pollenarten eingetragen werden, so daß sich durch Verbinden der jeder Pollenart zugehörigen Abszissenendpunkte eine Kurve ergibt, die ein übersichtliches Bild von den relativen Änderungen im Mengenverhältnis liefert; zugleich gestatten diese Kurvendiagramme eine ziemlich sichere Altersvergleichung verschiedener Horizonte auf Grund des Pollenspektrums derselben.

Von den neueren, hauptsächlich oder ausschließlich auf dieser Methode fußenden Arbeiten sei zunächst auf diejenige von RUDOLPH und FIRBAS hingewiesen, die in erster Linie die Hochmoore des Erzgebirgskammes zum Gegenstand hat, zum Vergleich aber auch noch einige andere böhmische Moore heranzieht. Die aus 22 Profilen abgeleiteten Diagramme zeigen untereinander eine sehr gute Übereinstimmung und liefern ein Gesamtbild von der Änderung der Waldzusammensetzung, das durch die aufeinander folgenden Gipfel der Hauptkurven deutlich in vier Hauptabschnitte sich gliedert. Der erste von diesen zeigt unbedingte Dominanz des Kiefernpollens, neben dem erst später ganz niedrige Prozente von *Corylus*,

Picea, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* und *Alnus* erscheinen; dann folgt ein steiler Anstieg der Haselkurve, der zu einem bedeutenden Haselmaximum führt, dem aber auch ein ebenso steiler Abfall dieser Kurve folgt. Während der Haselzeit beginnt der Anstieg der Fichtenkurve, die nach dem Haselmaximum die jetzt sinkende Kiefernkurve schneidet und damit den dritten Abschnitt einleitet, während dessen der Fichtenpollen weitaus alle anderen Baumarten überwiegt. Ungefähr in der Mitte der Fichtenzeit erscheint zum ersten Male der Buchenpollen, der, anfangs in niedrigen Prozenten bleibend, dann rasch zunimmt und noch innerhalb der Fichtenzeit zu einem ersten Maximum gelangt, während weiterhin auch der erst später auftretende Tannenpollen die sinkende Fichtenkurve übergipfelt und so eine Buchen-Tannenzeit sich ausprägt, die erst in den subrezenten Lagen einen neuerlichen Umschlag zugunsten der Kiefer und Fichte erfährt. Von weiteren Einzelheiten ist besonders noch erwähnenswert, daß die Eichenmischwaldkurve (*Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*) ihren Anstieg in der Haselzeit beginnt, wobei anfangs der Linden- und Ulmenpollen überwiegt und erst später die Eiche die Führung übernimmt; ihr Maximum fällt in die erste Hälfte der Fichtenzeit, während sie nach dem Buchenanstieg dauernd auf ein Minimum meist unter 5% sinkt. Die vergleichende Untersuchung einiger Moore des böhmischen Hügellandes hatte für Nordböhmen folgendes Ergebnis: in den untersten Schichten nur Kiefer oder daneben untergeordnet noch Birke und Weide, dann ungefähr gleichzeitiges erstes Auftreten von Hasel, Fichte, Linde, Ulme, Eiche, Erle, darauf ein Abschnitt mit bedeutender Dominanz des Fichtenpollens, Buche und Tanne meist am Ende der Fichtenzeit auftretend und bis maximal 18% ansteigend, ohne aber die Fichten- und Kieferkurve zu übergipfeln, und rasch wieder sinkend zugleich mit der Fichtenkurve, während die Kiefernkurve wieder stark ansteigt; Hasel und Eichenmischwald erreichen ihre höchsten Prozente (35 bzw. 15%) bald vor, bald während der Fichtenzeit. Auch in den südböhmischen Mooren, die eine sehr lange Dauer der Kiefernzeit, einen früheren Eintritt der Herrschaft der Fichte und eine zeitigere Einwanderung der Buche und Tanne zeigen, fallen die unerwartet niedrigen Prozente von Buche, Eichenmischwald, Hasel und Hainbuche auf, was wohl nur damit erklärt werden kann, daß das südböhmische Granitplateau dauernd ein Nadelholzgebiet gewesen sein muß. — Für Schlüsse auf die Beschaffenheit des Klimas während der verschiedenen Abschnitte der postglazialen Waldgeschichte ist neben den Pollendiagrammen auch der stratigraphische Aufbau der Moore von wesentlicher Bedeutung. Auch in dieser Hinsicht zeigen die Moore des Erzgebirges übereinstimmende Züge; insbesondere haben alle untersuchten Moore in der Zeit vom ersten Anstieg der Tannenkurve bis nach dem ersten Tannenmaximum eine Trockenphase durchgemacht, die wohl durch eine trockenere Klimaperiode bedingt war und mit dem Grenzhorizont WEBERS synchron sein dürfte. Unmittelbar vor und nach der Grenzhorizontzeit zeigen die Moore überwiegend nasse Phasen der Entwicklung (atlantische und subatlantische Periode); eine ausgeprägte ältere Trockenzeit ist dagegen nicht sicher nachweisbar. Die ersten Stadien der Moorbildung deuten eher auf eine zunehmende Vernässung, doch braucht diese nicht notwendig klimatisch bedingt gewesen zu sein; gegenwärtig befinden sich die Moore wieder in einer durch Verheidung und Bewaldung gekennzeichneten Trockenphase, die allem Anschein nach natürlich und schon etwas älteren Datums ist, wobei es aber die Verfasser unentschieden lassen, ob es sich um eine bloße Alterserscheinung oder um klimatische Einflüsse handelt.

Was die Wärmeverhältnisse angeht, so ist es zunächst von Bedeutung, daß bei Beginn der Waldbildung, die zweifellos als vollständig postglazial anzusehen ist, sich eine weitgehende Verarmung der Waldflora — neben der Kiefer sind zuerst nur Birke und Weide nachweisbar — nicht nur im Erzgebirge, sondern auch in Böhmen entgegentritt, was für ein dem arktischen und alpinen verwandtes, trockenkaltes Klima der Eiszeit spricht und die früher gehegte Annahme, Böhmen könnte das eiszeitliche Refugium für wärmeliebende Gehölzarten gebildet haben, um so mehr ausschließt, als die Buche, Tanne und Weißbuche erst spät, also wahrscheinlich von fernher kommend, wieder auf der Bildfläche erscheinen. Der rapide Anstieg und das hohe Maximum des Haselpollens in der folgenden Waldperiode zwingt zu dem Schlusse, daß die Hasel eine Massenausbreitung auf dem Kamme des Erzgebirges, mindestens 400 m über ihre heutige mittlere Höhengrenze hinaus, besessen haben muß; das Klima muß in dieser Zeit also wärmer, insbesondere die Sommertemperatur höher gewesen sein als heute, was auch durch die Ausbreitung anderer wärmebedürftiger Pflanzen, z. B. des heute gleichfalls auf dem Kamme fehlenden Schilfrohres u. a. heute auf die niederen Lagen beschränkter Sumpfpflanzen bestätigt wird; auch die hohen Prozente, zu denen die mehr wärmeliebenden Laubhölzer in den tiefer gelegenen Mooren bereits während der Haselzeit ansteigen, sprechen in dem gleichen Sinne. So wird die postglaziale Wärmezeit auch für Böhmen endgültig bestätigt, und es wird nach alledem immer wahrscheinlicher, daß sie für ganz Mittel- und Nordeuropa ein einheitliches Phänomen darstellt. Für ihre Dauer haben sich allerdings im Untersuchungsgebiet der Verfasser keine sicheren Anhaltspunkte ergeben, da seit dem Abfall der Eichenmischwaldkurve kein Anzeichen mehr für eine über das heutige Maß hinausgehende Wärme gefunden wurde und andererseits das Sinken der Hasel- und später auch der Eichenmischwaldkurve auch ohne ein Kälterwerden des Klimas durch die Konkurrenz der neu hinzukommenden Arten verursacht sein könnte; die Wärmezeit kann, wie im Norden, bis in die subboreale Zeit des Grenzhorizontes reichen, doch fehlt es bisher an einem schlüssigen Beweis hierfür und ebenso für die Fixierung der Lage des Temperaturmaximums. Dagegen halten die Verfasser eine mit der subatlantischen Klimaverschlechterung verbundene Erniedrigung der Temperatur wesentlich unter das heutige Maß für unwahrscheinlich, da in keiner Periode der Moorbildung seit der Haselzeit eine Senkung der Höhengrenzen der auftretenden Gehölze unter ihre heutige Lage festzustellen ist. Die zunehmende Ausbreitung und schließliche Vorherrschaft der Fichte, die eine einschneidende Änderung der Waldzusammensetzung bedeutet, dürfte nicht durch einen Klimawechsel, sondern vornehmlich durch den Eintritt jener in den Konkurrenzkampf der Arten bedingt gewesen sein, denn da der Eichenmischwald in der ersten Hälfte der Fichtenzeit sein Maximum erreicht, muß diese Zeit noch wärmer gewesen sein als heute. Die von der Mitte der Fichtenzeit an vor sich gehende Ausbreitung der Buche könnte durch das relativ feuchte, niederschlagsreiche Klima begünstigt worden sein; dagegen entspricht die erste große Ausbreitung der Tanne der Grenzhorizontzeit, die danach keine tief eingreifende Wirkung auf die Waldentwicklung im Erzgebirge ausgeübt zu haben scheint. Die Buchen-Tannenzeit hält bis zum Schluß der Torfbildung an;

die rezente Fichtenzeit, die letzte Periode der Waldentwicklung, dürfte wesentlich nur auf kulturelle und nicht auf klimatische Einflüsse zurückzuführen sein. Als ein bemerkenswerter Zug der postglazialen Waldgeschichte Böhmens und des Erzgebirges verdient noch hervorgehoben zu werden, daß zuerst die Bäume von größerer östlicher Verbreitung erscheinen und erst als letzte die drei Arten (Buche, Tanne und Weißbuche) einwandern, die eine ausgeprägt westliche Verbreitung besitzen; wahrscheinlich dürfte, wie die Verfasser annehmen, das Refugium der mehr kontinentalen Gehölze näher gelegen gewesen sein als das der atlantischen.

Als eine Ergänzung zu dieser Arbeit, in gewissem Sinne aber auch zu derjenigen von GAMS und NORDHAGEN, deren Arbeitsgebiet sie in regionaler Hinsicht am nächsten kommt, kann der Bericht von FIRBAS über die pollenanalytische Untersuchung des Laibacher Moores sowie einiger Moore in Salzburg und Nordsteiermark gelten. Auch hier findet sich in allen untersuchten Mooren der nördlichen Ostalpen mitten in der als Buchen-Tannenzeit sich darstellenden letzten Waldperiode eine Phase der Moorentwicklung, die sich einer Erklärung als biotisches Sukzessionsglied schwer zugänglich erweist und für größere klimatische Trockenheit spricht; im Laibacher Moor ist diese der subborealen Zeit entsprechende Phase als Eichenzeit ausgeprägt. Außerdem finden sich aber auch Spuren einer zweiten borealen Trockenperiode in den nördlichen Ostalpen kurz vor dem Höhepunkt der Eichenmischwaldzeit; zwischen beiden liegt als eine feuchtere (atlantische) Periode die Bildungszeit des älteren Moostorfes. Ferner führen die Moore der höheren Lagen zu der Annahme, daß die Waldgrenze in der atlantischen und subborealen Periode höher lag als gegenwärtig, daß also damals eine höhere Sommertemperatur geherrscht haben dürfte, während sich auch hier nirgends in der ganzen Moorbildung ein Anzeichen finden ließ, das für eine Herabsetzung der Temperatur unter das heutige Maß spräche. Auch die Temperaturverhältnisse der borealen Periode dürften mindestens nicht ungünstiger gewesen sein als heute, während die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der präborealen Zeit auch hier einigermaßen in Dunkel gehüllt bleiben. Was die Waldentwicklung angeht, so dominiert in den Mooren der nördlichen Ostalpen in den untersten Schichten die Kiefer, die aber bald von der Fichte verdrängt wird; während dieser Fichtenzeit breiten sich Erle und Hasel etwas aus und beginnen Ulme und Linde, wenig später auch die Eiche als Waldbildner aufzutreten. Vom Ende der borealen bis in den Beginn der atlantischen Periode erreicht der Eichenmischwald im Alpenvorland eine ausgedehnte Verbreitung, während in den inneren Teilen der Alpen seine Konkurrenz der Fichte weniger gefährlich wurde. Vom Beginn der atlantischen Periode erscheinen als letzte der bestandbildenden Waldbäume Buche und Tanne, von denen erstere im Salzburger Alpenvorland die Führung übernimmt, während letztere mit steigender Höhe und abnehmender Wärme begünstigt erscheint und in den höchsten Lagen die Fichte vorherrschend bleibt. Innerhalb dieser etwa seit der Mitte der atlantischen Periode datierenden Buchen-Tannenzeit sind aber immerhin parallel mit den Änderungen des Klimas noch gewisse Verschiebungen erfolgt, wie z. B. die schon erwähnte Veränderung in der Lage der Baumgrenze, ein Vordringen der Buche auf Kosten der Fichte in der subborealen Zeit, ein Maximum in der Ausbreitung der Hasel während der Zeit des Eichenmischwaldes u. a. m. Wesentlich anders stellen sich die Verhältnisse in der Umgebung von Laibach dar, weil hier, mit Ausnahme allein der Linde, die erst in der subatlantischen Periode nachweisbar ist, nicht von einer Einwanderung der verschiedenen Waldbäume gesprochen werden kann, sondern nur von einem Einrücken der einzelnen Waldregionen im Verlaufe der postglazialen Klimabesserung entsprechend ihrem heutigen Abstande von der Schneegrenze; so ergibt sich eine vielleicht noch als präboreal zu deutende Fichtenzeit, der eine Buchen-Tannenzeit folgt, welch letztere nach einer Unterbrechung durch die subboreale Eichenzeit wieder erneut zur Herrschaft gelangt, so daß im wesentlichen das Bild eines durch die Entwicklung des Klimas bald mehr nach der einen, bald mehr nach der anderen Seite hin beeinflußten Gleichgewichts zwischen dem Eichen- und dem Buchenwald entsteht. Die zuerst von SCHREIBER aufgestellte, auch von GAMS und NORDHAGEN als wahrscheinlich angesehene Annahme, daß das Gschnitz- und Daunstadium von PENCK und BRÜCKNER der atlantischen und subatlantischen Klimaperiode entsprechen, wird von FIRBAS nicht geteilt; er findet vielmehr, daß die Stadien noch vor die Zeit der Moorbildung, zumindest vor die boreale Periode gestellt werden müssen und ihrem Charakter nach offenbar noch in den Rahmen der Eiszeit fallen[1]).

Als dritte pollenanalytische Arbeit ist diejenige von STARK zu nennen, die sich auf zwei Hochmoore des Schwarzwaldes, das Hinterzartener und das Notschreimoor, bezieht. Auch er, der früher der Klimawechseltheorie sehr skeptisch gegenübergestanden hatte, gelangt zu dem Ergebnis, daß das Waldbild im Schwarzwald in postglazialer Zeit viel stärkeren Schwankungen unterlegen ist, als die bisherigen Erfahrungen es ahnen ließen, Schwankungen, die nur auf größere pflanzengeographische Verschiebungen in Verbindung mit klimatischen Änderungen sich zurückführen und sich jedenfalls in großen Zügen in das Sernandersche System einreihen lassen. Das am Beginn der Nacheiszeit herrschende kühle Klima spricht sich auch hier in einer stark verarmten, nur aus Kiefer, Birke und Weide bestehenden Waldflora aus, die nach Untersuchungen des Verfassers im Bodenseegebiet, wo sich zum Teil sogar eine ausgeprägte Birkenphase als erste Stufe herausschälen ließ, auch in der günstigeren Ebenenregion geherrscht hat. Das Wärmerwerden des Klimas äußert sich zunächst in einem rapiden Vordringen der wärmeliebenden Hasel, die in solcher Menge erscheint, daß an das Bestehen von Haselnußbeständen gedacht werden muß, und zwar auch in Gegenden oberhalb der gegenwärtigen Haselgrenze. An die Wende von borealer und atlantischer Zeit sowie in den ersten Abschnitt der letzteren ist das rasche Vordringen und der schließliche Sieg des Eichenmischwaldes zu stellen, der seine heutige Höhengrenze erheblich überschritten hat, was wiederum für eine im Vergleich zur Gegenwart höhere Temperatur jener Zeit spricht. Auch im Bodenseegebiet, wo die Eichenmischwaldphase durch das Dominieren der Linde gekennzeichnet ist, zeigt sich die gleiche Entwicklung, während gegen den Schluß der atlantischen Periode im höheren Schwarzwald die Tanne, in der Ebene aber Buchen-Eichen-Mischwald zur Herrschaft gelangte. In den Mooren ist die atlantische Zeit durch die Scheuchzeriaphase gekennzeichnet, wobei diese Pflanze unter

[1]) Nach brieflicher Mitteilung von H. GAMS hat dieser inzwischen das Gschnitzstadium stratigraphisch und pollenanalytisch in einem niederösterreichischen Moor als präborealen Vorstoß nachweisen können, das Daunstadium dagegen hält er immer noch für subatlantisch.

dem Einfluß des ozeanischen Klimas auch in die Ebene herabgestiegen ist, wo sie heute in Baden fehlt. An die Tannenperiode schließt sich im Hinterzartener Moor ein Entwicklungsabschnitt an, der durch die Einschaltung einer Lage von Waldtorf auf eine Diskontinuität des Moorwachstums hindeutet; auch ein ausgesprochenes Kiefernmaximum im Pollenbild markiert eine (subboreale) Zwischenphase von größerer Trockenheit. Dem Waldtorf folgt ein auf zunehmende Vernässung hindeutendes Sphagneto-Eriophoretum, also eine feuchtere (subatlantische) Periode, in der Buche und Fichte ihre maximale Verbreitung erreichen.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

JOLY, JOHN, **Radioactivity and the Surface History of the Earth.** (HALLEY Lecture, gehalten am 28. Mai 1924.) Oxford: Clarendon Press 1924.

In einer Reihe von Arbeiten hat JOLY auf den Einfluß hingewiesen, der durch die Anwesenheit der radioaktiven Elemente in der festen Erdkruste auf den Wärmehaushalt der Erde ausgeübt wird. Nicht nur wird die Abkühlungszeit einer ursprünglich feurigflüssigen Erdoberfläche auf den heutigen Zustand derartig verlangsamt, daß sich das Alter geologischer Epochen dadurch bequem erklären läßt, sondern es lassen sich auch Oberflächenänderungen und Verschiebungen unserer Erdkruste, wie sie im Laufe der Erdgeschichte mehrfach eingetreten sind, durch die Wirkung der Radioelemente dem Verständnis näher bringen. Der vorliegende Vortrag handelt von diesen Oberflächenänderungen der festen Erdkruste und ihren radioaktiven Ursachen.

Als gesichert vorausgesetzt wird die Lehre von der „Isostasie", die besagt, daß die starre Erdkruste auf einem Medium aufruht, das in der Lage ist, den verschieden starken Drucken kontinentaler Erhebungen so nachzugeben, daß von einer gewissen Tiefe ab sich alle Teile mehr oder minder im hydrostatischen Gleichgewicht befinden. Dieses Medium, auf dem die Meere aufliegen, und auf dem die Kontinente schwimmen, ist der Basalt, der bei Vulkanausbrüchen als Lava an den verschiedensten Teilen der Erdoberfläche in fast stets gleicher chemischer Zusammensetzung, nach oben austritt. Aus den besonderen physikalischen Eigenschaften dieses Basaltmagmas und den darin enthaltenen kleinen Mengen radioaktiver Substanzen leitet JOLY die periodisch auf der Erde vor sich gehenden, als „Revolutionen" bezeichneten Vorgänge ab, als deren Folge sich das heutige Bild der Erdoberfläche ergibt.

In gewissen Zeiten haben die Ozeane große Gebiete von Festland überschwemmt; zu anderen Zeiten haben sich sekundäre Meeresablagerungen zu gewaltigen Gebirgsketten erhoben, wie wir es in eindringlicher Form z. B. an unseren Alpen erkennen, die zum großen Teil aus Sedimentgesteinen bestehen.

Ein im Verlaufe vieler Jahrmillionen sich abspielender Kreisprozeß geht nach JOLY in regelmäßiger Folge an der Erdoberfläche vor sich; etwa in folgender Weise:

1. Störungen innerhalb der Erdoberfläche, die zu zeitweiligen Überflutungen durch die Meere führen;

2. stärkere und permanente Überflutung großer Festlandstreifen mit der Bildung neuer Sedimentlagerstätten;

3. Erhebung und Wiederherstellung der früheren kontinentalen Erhebungen.

Über dem schwach radioaktiven (basischen) Basaltmagma lagern als oberste kontinentale Schichten die stark aktiven (sauren) Gesteine, wie Granite, Quarzporphyre u. a.

Ihre Aktivität reicht hin, um die durch Ausstrahlung über den Kontinenten verloren gehende Wärme zu kompensieren; ihre Bodentemperatur ist gleich der der unter ihnen liegenden Basaltschichten. Der Temperaturgradient in den kontinentalen Schichten wird danach also nur von der eigenen radioaktiven Wärme aufrecht erhalten. Es folgt hieraus, daß die radioaktive Wärme, die unmittelbar unter diesen kontinentalen Schichten in den Basaltgesteinen erzeugt wird, keinen Abfluß nach oben hat. Ist dieses Gesteinsmagma nahe an seinen Schmelzpunkt, so wird allmählich die latente Schmelzwärme nachgeliefert; das ursprünglich sehr zähe Magma beginnt zu schmelzen, aus dem festen Magma entstehen viele Kilometer tiefe geschmolzene Lavamassen. Ist dieser Fall eingetreten, so gehen große Veränderungen an der Erdoberfläche vor. Das Volumen der leichtflüssigen Basaltlava ist etwa 10% größer als das der festen Gesteine, das spezifische Gewicht wird also geringer. Die aus höher schmelzendem Gestein bestehenden Kontinente sinken in die Flüssigkeit tiefer ein, die Meere überfluten die tiefer gelegenen Teile des Festlandes.

Andererseits wird nun aber das durch viel größere Wärmeleitfähigkeit ausgezeichnete und der Anziehung des Mondes unterliegende geschmolzene Magma seine Wärme den unter dem Boden des Ozeans liegenden kälteren Teilen abgeben. Die Temperatur unter den kontinentalen Massen sinkt hierdurch, die Lava erstarrt, ihre Dichte wird größer, die Kontinente werden wieder herausgehoben und der ursprüngliche Zustand wird wiederhergestellt. Hand in Hand mit diesen der Hauptsache nach vertikalen Bewegungen gehen horizontale Veränderungen einher. Im geschmolzenen Zustande erleiden die leichtbeweglichen tiefen und spez. schwereren Lavameere Flut- und Präzessionswirkungen, gegen die die entsprechenden Wirkungen der Weltmeere gering zu achten sind. Die geschmolzenen Massen wirken der Erdrotation wie eine starke Bremse entgegen und können dadurch zu Verschiebungen und Zerreißungen der Anlaß sein, wie sie auch von WEGENER in seinem Werk über die Entstehung der Kontinente und Ozeane beschrieben werden.

Eingehend behandelt werden auch die spezielleren Fragen der Bildung einzelner Gebirgsketten und die Tatsachen, daß den höchsten Erhebungen an den Westküsten der Kontinente (etwa Nord- und Südamerika) die größten Meerestiefen benachbart sind.

Vier solcher Erdrevolutionen glaubt JOLY im Verlaufe der Erdgeschichte feststellen zu können; an der jüngsten, die der Hauptsache nach dem Tertiärzeitalter angehört, wird der Kreislauf der Ereignisse etwas eingehender dargelegt. Die derzeitige Gestalt unserer Alpen und die höchsten Erhebungen des Himalaya verdanken dieser Tertiärrevolution ihre Entstehung.

Unsere heutige Erdperiode ist dadurch gekennzeichnet, daß das Magma wieder in einen Zustand der Ruhe eingetreten ist; die Gebirge werden abgetragen, Sedimente neu gebildet. Unter den Kontinenten wirkt wieder die radiothermale Energie, ohne in der zähen, schwerbeweglichen Masse einen Abfluß unter den kalten Meeresboden zu finden. Jahrmillionen werden vergehen; die Wärme wird aufgespeichert, und schließlich

reicht sie wieder hin, das Erweichen und Schmelzen der Lava zu bewirken: Eine neue Erdrevolution beginnt.

Anstelle einer kontinuierlich sich abkühlenden Erde beobachten wir so eine Art Jahreszeiten unseres Planeten. Sie werden verursacht durch die beiden Spender radiothermischer Energie, die Elemente Uran und Thor. Sie werden erst ihr Ende finden, wenn auch diese in ihre „kalten" Endprodukte Uranblei und Thorblei zerfallen sind. Otto Hahn, Berlin-Dahlem.

KOVARIK, A. F., und L. W. Mc KEEHAN, **Bulletin of the National Research Council. Bd. X, Nr. 51: Radioactivity.**

Dieses Buch soll kein Lehrbuch der Radioaktivität sein; es setzt die Kenntnis des Standes der Radioaktivitätsforschung bis zum Jahre 1916 voraus. In diesem Jahre erschien nämlich die „Radioaktivität" von St. Meyer und E. v. Schweidler, in der die gesamte Literatur über dieses Gebiet in vollendeter und kritischer Weise zusammengestellt ist. Bei der „Radioaktivität" von Kovarik und Mc Keehan handelt es sich um eine Moncgraphie, in der alles seit dem Jahre 1916 erschienene Material bis Mitte 1924 so vollständig als irgend möglich aufgenommen wurde. Um möglichste Vollständigkeit zu erreichen, haben die Verfasser, wie sie direkt aussprechen, auch Arbeiten zweifelhafter Richtigkeit oder Bedeutung nicht fortgelassen. Für einen mit dem Gebiete nicht Vertrauten ist es daher manchmal schwer zu entscheiden, welches wirklich der letzte Stand unserer derzeitigen Kenntnisse auf diesem heute schon recht weit verzweigten Gebiete ist. Auf der anderen Seite wird aber durch dieses Vorgehen eine Vollständigkeit in den Literaturangaben erreicht, die wohl nicht übertroffen werden kann. Bei einem Gesamtumfang von 203 Seiten umfaßt das Register mit den Literaturangaben nicht weniger als 30 Seiten!

Im Einführungskapitel schlagen die Verfasser eine neue, rationelle Nomenklatur der Radioelemente vor, weil der heute üblichen kleine Mängel anhaften.

Nach dem neuen Vorschlag wird jedes Radioelement definiert durch seine Ordnungszahl und das Symbol des Hauptvertreters der betreffenden Umwandlungsreihe. Isotope derselben Umwandlungsreihe sind unterschieden durch fortlaufende römische Ziffern, die hinter dem Symbol stehen. Am Beispiel der Radiumreihe soll hier der Unterschied zwischen der bisher üblichen und der vorgeschlagenen Schreibweise klar gemacht werden.

Ionium	Io	90	Ra
Radium	Ra	88	Ra
Radium-Emanation .	Rn	86	Ra
Radium A	RaA	84	RaI
Radium B	RaB	82	RaI
Radium C.	RaC	83	RaI
Radium C′	RaC′	84	RaII
Radium C″	RaC″	81	Ra
Radium D	RaD	82	RaII
Radium E	RaE	83	RaII
Radium F (Polonium)	RaF	84	RaIII
Radium G	RaG	82	RaIII

Ein entschiedener Vorteil dieser Einteilung ist der, daß durch die voranstehende Ordnungszahl die chemische Natur des betr. Radioelementes erkennbar ist. Ob im übrigen der Gewinn so groß ist, daß die geschichtlich gewordene Nomenklatur dadurch verdrängt wird, wagt der Referent nicht zu entscheiden.

Nach der Einleitung folgt Kapitel II: Die Besprechung der einzelnen Radioelemente. Da seit 1916 nur zwei neue Substanzen, das Protactinium und das Uran Z, hinzugekommen sind, so kann dieser Abschnitt naturgemäß kurz gehalten sein.

Die folgenden 3 Kapitel behandeln die α-, β- und γ-Strahlen, denen bei ihrer zunehmenden Bedeutung für die Erkenntnis der Vorgänge innerhalb der Atomkerne der weiteste Raum zuerteilt ist. Sehr ausführliche Tabelle über die β-Strahlspektren und die Wellenlängen der aus den β-Strahlspektren ermittelten Wellenlängen der γ-Strahlen sind hier aufgenommen. Vielleicht wirkt es dabei etwas verwirrend, daß gleiche Linien, die von verschiedenen Beobachtern — häufig natürlich mit gewissen Abweichungen — aufgenommen wurden, verschiedene fortlaufende Nummernbezeichnungen erhalten haben. Es fällt dadurch schwer, sich über die wirkliche Anzahl der beobachteten Linien ein Bild zu machen. Das gleiche trifft zu für die γ-Strahlen.

Es folgt Kapitel VI: Kernstruktur und radioaktive Prozesse, Kapitel VII: Radioaktivität in Geologie und Kosmologie und als letztes: Die Wirkung der radioaktiven Strahlen auf die Materie. Hier finden sich auf weniger als 20 Seiten die Versuche über die künstliche Zertrümmerung der Atome, die Erregung von Sekundärstrahlen, die chemischen, photographischen, biologischen Wirkungen der Strahlen und schließlich auch noch die Indikatorenmethode. Es scheint dem Referenten, daß dieses letzte Kapitel zu sehr zusammengedrängt ist, so daß es sich hier an einzelnen Stellen mehr wie eine bibliographische Sammlung als eine zusammenfassende Beschreibung neuer Tatsachen liest. Erstaunlich ist aber auch hier, also bei Abschnitten, die den Verfassern sicher ferner liegen als die reine Radiophysik, der fast lückenlose Literaturnachweis, so daß jeder das finden kann, was ihn vor allem interessiert.

Die auf dem Gebiet der Radioaktivität Arbeitenden werden das Buch von Kovarik und Mc Keehan mit Dank und Freude benutzen; und es wird sicher vielen so gehen, wie dem Referenten, daß er Hinweise auf Arbeiten findet, die ihm bisher entgangen waren.

Otto Hahn, Berlin-Dahlem.

AUERBACH, F., **Die Methoden der theoretischen Physik.** Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1925. X, 436 S. und 150 Fig. 16 × 24 cm. Preis geh. 13, geb. 15 Goldmark.

Das Buch wünscht dem Studierenden, der bereits durch eine Experimentalvorlesung in die allgemeine Physik eingeführt ist, den Übergang zum Studium der theoretischen Physik zu erleichtern. Zu diesem Zwecke wird versucht, diejenigen Methoden der Mathematik, deren sich die Physik im Laufe der Zeit hauptsächlich bedient hat, an Hand von Beispielen zu demonstrieren. Dabei wird, im Gegensatz zu den bekannten Büchern von Riemann-Weber und Courant-Hilbert darauf Wert gelegt, nicht nur eine abstrakte Darstellung zu geben, sondern auch den wichtigen Übergang klarzulegen, welcher vom anschaulich erfaßten Vorgang zu dessen mathematischen Formulierung und Durchrechnung führt.

Der Inhalt gliedert sich im wesentlichen in 3 Teile. In einigen allgemein einleitenden Kapiteln werden Ziel, Zweck und Prinzipien der theoretisch-physikalischen Forschung kurz beleuchtet. Es folgt dann die mathematische Formulierung derjenigen Probleme, welche die Kontinuumsphysik betreffen. Die Darstellung dieser Gebiete beansprucht naturgemäß den Hauptteil des Buches. Drittens wird kurz auf die Methoden der Statistik eingegangen.

In einem ersten Kapitel *Begriffe und Prinzipien*

wird der Unterschied zwischen experimenteller und theoretischer Physik beleuchtet. Es wird gezeigt, wie die heutige Physik sich auf ein trialistisches System von Grundbegriffen aufbaut und anschließend die Dimensionen der verschiedenen physikalischen Größen besprochen. Die Auswahl der Begriffe ist nicht immer eine glückliche. Es wird z. B. die Nähe zweier Punkte, die Geschlossenheit einer Fläche, der spezifische Zeitaufwand, eine Winkeldrehkraft und ein Winkeldrehimpuls eingeführt, Größen, die alle kaum im Gebrauch sind. Andererseits ist der gewöhnliche Drehimpuls nirgends erwähnt und sogar die Behauptung aufgestellt, das Produkt von Kraft und Zeit, d. h. der Impuls sei wissenschaftlich nicht im Gebrauch. Leider sind auch einige sinnstörende Druckfehler, z. B. bei den Dimensionen von spezifischem Volumen und spezifischer Fläche stehen geblieben. Sehr unglücklich sind die Dimensionen von Temperatur und Entropie eingeführt. Erstere wird nämlich auf Grund des mittleren Geschwindigkeitsquadrats statt etwa der mittleren kinetischen Energie eines Gasatoms definiert. Das ergibt $[T] = cm^2 sec^{-2}$. Die Entropie erhält auf diese Weise die Dimension einer Masse.

Zur Besprechung der grundlegenden Prinzipien ist nur zu bemerken, daß man diejenigen, welche sich auf die Bewegung beziehen, viel schöner darstellen kann, indem man, statt von dem Gesetz Kraft gleich Masse mal Beschleunigung auszugehen, mit dem Impuls als der grundlegenden Größe operiert (wie es in der Relativitätstheorie geschieht). Weiter kann ich dem „Kraftfluß" nicht dieselbe Bedeutung beimessen, wie es der Autor tut; insbesondere verstehe ich nicht, daß für denselben ein Erhaltungsprinzip in ähnlichem Sinne wie etwa für den Impuls gelten soll.

Der Abschnitt *Wortsprachliche Methodik* enthält einige allgemeine Betrachtungen über das Verhältnis der mathematischen Formulierungen zu denjenigen der Umgangssprache.

In einem dritten Kapitel werden als primitivstes mathematisches Hilfsmittel die *elementaren Gleichungen* behandelt. Es wird gezeigt, daß die Anwendbarkeit der elementaren Mathematik eigentlich nur durch einen Verzicht auf genauere Betrachtung der Naturvorgänge möglich ist, da letztere kontinuierlich verlaufen, was nur durch Benutzung von Differentialformen formuliert werden kann. Es gibt aber große Gebiete, wie z. B. die geometrische Optik, die man mit relativ geringen Vernachlässigungen elementar behandeln kann.

Das vierte Kapitel, das die Differential- und Integralrechnung behandelt, beginnt mit einer Einleitung über Differenzenrechnung. Differentiale und Integrale werden kurz besprochen und dann ein sehr schöner Abriß über Reihen, insbesondere Fouriersche gegeben. Zum Schluß werden noch komplexe Funktionen eingeführt. Leider vermißt man die komplexe Integration, die leicht durch einige für die Quantentheorie wichtige Phasenintegrale in ihrer Bedeutung hätte klargestellt werden können.

Das fünfte Kapitel handelt über *gewöhnliche Differentialgleichungen*, wobei naturgemäß die linearen den größten Platz einnehmen. Als physikalischer Anknüpfungspunkt dienen die verschiedenen Arten von Schwingungen.

Sehr schön für den Physiker zugeschnitten ist die Behandlung der *partiellen Differentialgleichungen*. Formulierung und sukzessive Konstruktion der allgemeinen Lösungen aus speziellen wird direkt an Hand von physikalischen Problemen vorgenommen. Die Durchschlagskraft der konformen Abbildung für ebene Probleme wird ausgiebig demonstriert. Die Zerlegungsmethode führt auf einfache Differentialgleichungen, die sich in den behandelten Fällen durch (Fouriersche Reihen), Zylinder- und Kugelfunktionen lösen lassen. Im Hinblick auf die Quantentheorie wären vielleicht einige Beispiele, die sich durch Separation der Variabeln lösen lassen, am Platze gewesen.

Es folgt noch ein kurzes Kapitel über *Integral- und Funktionalgleichungen*.

Ein Kapitel ist der knappen Besprechung von *statistischen* Methoden gewidmet. Einige störende Ungenauigkeiten haben sich bei Behandlung des Zusammenhangs zwischen Entropie und Wahrscheinlichkeit eingeschlichen, indem die letztere einmal als echter Bruch, einmal als ganze Zahl auftritt. Daraus resultiert dann auch die Behauptung, daß die Boltzmannsche Konstante einen negativen Wert habe, während sie einige Seiten weiter hinten wieder als positive Größe aufgeführt ist. Solche Widersprüche sollten in einer Neuauflage unbedingt vermieden werden.

Zum Schluß wird noch auf die Methoden der *graphischen Darstellung*, insbesondere auf die Lösung impliziter und transzendenter Gleichungen mit Hilfe derselben, eingegangen.

Das Buch vermittelt dem Studierenden einen raschen Einblick in die mathematischen Zusammenhänge der verschiedensten Gebiete der theoretischen Physik. Dem Lehrer wird es in seiner knappen Form als Nachschlagebuch wertvolle Dienste leisten, es darf daher warm empfohlen werden. F. Zwicky, Zürich.

BERGER, F., **Das Gesetz des Kraftverlaufes beim Stoß.** Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1924. VIII, 192 S. und 67 Abb. 14 × 22 cm. Preis geh. 9, geb. 12 Goldmark.

Es gibt nicht viele Gegenstände der Mechanik, die theoretisch von so starkem Reize und zugleich praktisch von so unmittelbarer Bedeutung für die Technik sind wie die Erscheinungen beim Zusammenstoß elastischer Körper. Die Erforschung der Stoßgesetze hat denn auch seit Galileis ersten Untersuchungen immer wieder die besten Köpfe beschäftigt: Huygens, Wallis, Wren, Newton, D. Bernoulli, Navier, Poisson, Hodgkinson, Poncelet, Morin, St. Venant, W. Thomson, Hertz, Boltzmann und viele andere sind, mit vielfach einander widersprechenden Ergebnissen, an diesen Forschungen beteiligt, ohne daß doch bis heute ein in jeder Hinsicht befriedigender Stand der Erkenntnis erreicht worden wäre. Die Schwierigkeit liegt offenbar teils daran, daß es schwer ist, den Stoß selbst von allen übrigen mechanischen und thermodynamischen Begleiterscheinungen sauber zu trennen, teils aber auch wohl daran, daß sich beim Stoße sehr verwickelte dynamische Vorgänge in ungemein kurzer Zeit abspielen müssen. Verhältnismäßig am sichersten stehen heute die Gesetze des geraden, zentralen, vollkommen elastischen (d. h. kinematisch und energetisch vollkommen umkehrbaren) Stoßes fest, dessen Theorie in dem vorliegenden Buche durch wertvolle eigene Untersuchungen des Verfassers zu einem gerundeten Abschlusse gebracht wird.

Dieses Buch ist hinsichtlich seiner Anlage und Durchführung nahezu das Muster einer guten Monographie. Der erste Abschnitt bringt eine kritische Darstellung der Geschichte des Stoßes, der zweite schildert die sehr sorgfältigen Versuche des Verfassers. Hieran schließt sich dann in den folgenden Abschnitten, immer beschränkt auf den vollkommen elastischen Stoß, eine Theorie, zu der man volles Vertrauen haben darf, da sie der stetigen Überwachung durch den Versuch unterworfen wird. Der Verfasser erkennt den Grund für die Widersprüche seiner Vorgänger untereinander ganz

klar in der Tatsache, daß die Stoßgesetze wesentlich davon abhängen werden, welchen elastischen Grundgesetzen die zusammenstoßenden Körper gehorchen. Die Mannigfaltigkeit dieser Grundgesetze kann sehr groß sein. Man wird das lineare HOOKEsche Gesetz oder auch das allgemeinere BACHsche Potenzgesetz zu wählen haben, wenn die Stoßflächen aufeinander abgepaßt sind (Beispiel: zwei Zylinder mit den ebenen Stirnflächen zusammenstoßend), oder wenn die stoßenden Körper sich nach Art von Schraubenfedern verformen (Beispiel: Pufferstoß zweier Eisenbahnwagen). Verwickelter lautet das Grundgesetz, wenn die Stoßflächen sich gegenseitig verformen; man hat es hier beispielsweise für den von HERTZ durchgerechneten Fall auffinden können, daß die Stoßflächen Kugelkalotten sind. Der Verfasser legt seiner Theorie der Reihe nach das HOOKEsche, das BACHsche und das HERTZsche Gesetz zugrunde und berechnet dann alle wesentlichen Zusammenhänge zwischen Stoßkraft, Stoßgeschwindigkeit, Stoßweg und Stoßdauer. Bemerkenswert sind dabei namentlich folgende, auch durch die Nachprüfung am Versuch gesicherten Ergebnisse: Das Produkt aus Stoßdauer und Stoßgeschwindigkeit ist stets proportional zum Stoßweg; die Stoßdauer ist nur bei Gültigkeit des HOOKEschen Gesetzes unabhängig von der Stoßgeschwindigkeit; sie nimmt im HERTZschen Falle mit zunehmender Stoßgeschwindigkeit ab, im Falle des Pufferstoßes dagegen zu.

Eine Untersuchung über den Geltungsbereich der gefundenen Ergebnisse und eine formelmäßige Zusammenstellung aller Stoßgesetze beschließt das Buch, dessen gesunde Verbindung von Versuch und Theorie sehr erfreulich ist.

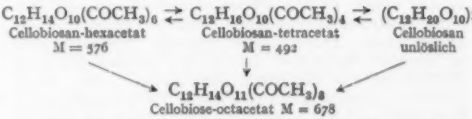
R. GRAMMEL, Stuttgart.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über die Synthese hochmolekularer Anhydride von Zuckern und von Aminosäuren.

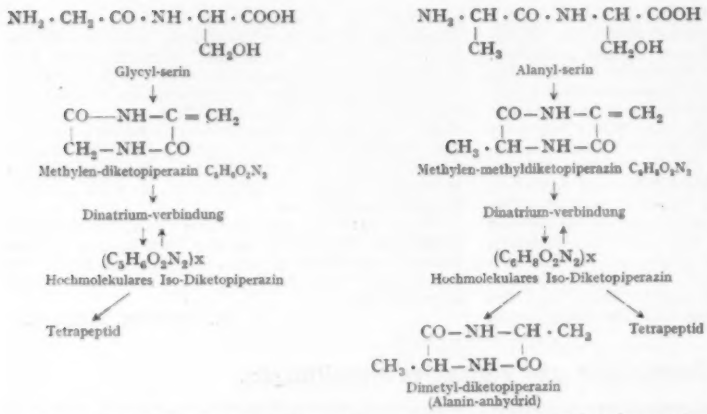
Die Anschauung, daß lediglich eine sehr häufige Aneinanderreihung gewöhnlicher Saccharid- und Peptidbindungen die Eigenschaften der hochmolekularen Kohlenhydrate und Proteine verursache, verliert mehr und mehr Anhänger. Dagegen sprechen viele neuere Autoren mit verschiedenen Variationen die Ansicht aus, daß die Moleküle dieser Naturstoffe aus relativ einfachen Grundkörpern aufgebaut seien, die lediglich durch Assoziationskräfte oder eine besondere Art von Polymerisation zusammengehalten sein sollen. Über die Natur dieser Grundstoffe ist freilich nicht viel Sicheres und über die Natur der Kräfte, welche sie im hochmolekularen Gebilde verbinden, so gut wie nichts bekannt.

Um von diesen Kräften ein Bild zu gewinnen, habe ich nach einem möglichst übersichtlichen Modell gesucht, an welchem die Entstehung eines hochmolekularen Kohlenhydrates oder Proteins experimentell verfolgt werden kann. Ein solches wurde gemeinsam mit E. KNEHE in einem Cellobioseanhydrid (Cellobiosan) gefunden, das in ziemlich mühseliger Arbeit aus gewachsener Cellulose in Form eines gut krystallisierten Tetracetats erhalten wurde. Es kann unschwer in ein ebenfalls krystallisiertes Hexacetat und weiter mit Essigsäureanhydrid-Schwefelsäure in Octacetyl-Cellobiose verwandelt werden. Das Tetracetat und das Hexacetat zeigen in Eisessiglösung nach dem Gefrierverfahren die normalen Molekulargewichte $C_{12}H_{16}O_{10}(COCH_3)_4 = 492$ und $C_{12}H_{14}O_{10}(COCH_3)_6 = 576$. Sobald man aber die Acetyle abspaltet, um zum freien Cellobiosan zu gelangen, entsteht ein in allen Lösungsmitteln unlösliches Präparat von der richtigen Zusammensetzung $(C_{12}H_{20}O_{10})x$, das sich nur in Alkalien und Kupferoxydammoniak auflöst, um mit Säuren wieder auszufallen. Wenn die Mehrzahl dieser Eigenschaften auch an natürliche Cellulose erinnert, so sind doch auch erhebliche Unterschiede vorhanden. Der wichtigste und theoretisch interessanteste ist die leichte Acetylierung. Sie liefert die beiden oben besprochenen krystallisierten Cellobiosanacetate, Tetracetat und Hexacetat, zurück. Hier liegt also ein reversibler Übergang eines „hochmolekularen" Kohlenhydrates in molekular-dispergierende Derivate vor. Die Bezeichnung „hochmolekular" findet in diesem Falle genau wie bei den hochmolekularen Naturstoffen ihre sachliche Begründung in dem Umstand, daß gewöhnliche Lösungsmittel mit ihren schwachen Affinitätskräften die Harmonie des übermolekularen Affinitätsausgleiches nicht zu stören und eine molekulardisperse Auflösung nicht zu erzwingen vermögen.



R. O. HERZOG und BRILL haben röntgenspektrographisch an einigen Proteinen Gitterstruktur nachgewiesen und für den periodisch wiederkehrenden Elementarkörper den Umfang eines Dipeptides oder Dipeptidanhydrids (Diketopiperazin) festgestellt. Gewisse Farb- und Abbaureaktionen, die ABDERHALDEN mitgeteilt hat, sprechen mehr für die letztere Möglichkeit; ebenso die schönen Versuche, die soeben STEFAN GOLDSCHMIDT über Hypobromitoxydation von Proteinen bekannt gibt. Da aber Proteine bestimmt keine gewöhnlichen Diketopiperazine sind, so habe ich mir die Frage vorgelegt: Wie muß die Struktur der gewöhnlichen Diketopiperazine verändert werden, damit sie Veranlassung zur Bildung hochmolekularer Stoffe geben und habe zwei solche Umwandlungen gemeinsam mit A. MIEKELEY und E. KANN experimentell durchgeführt.

Aus zwei Dipeptiden natürlicher Aminosäuren, dem Glycylserin und dem Alanylserin (s. die untenstehende Übersicht), wurden Diketopiperazine $C_5H_6O_2N_2$ und $C_6H_8O_2N_2$ erhalten, welche an den Diketopiperazinring eine Methylengruppe angeschlossen tragen. Diese Methylengruppe verändert das Verhalten des Diketopiperazinkomplexes so, daß jetzt durch bloßes Auflösen in Natronlauge und Wiederausfällen mit Säure hochmolekulare Stoffe entstehen. Es hat sich beweisen lassen, daß schon bei der Überführung in die Natriumverbindung eine Isomerisation, aber noch keine Molekülvergrößerung stattfindet. Erst wenn man das Natrium wieder durch Wasserstoff ersetzt, entstehen in den isomerisierten Diketopiperazinen Strukturgebilde, die im molekularen Zustand $C_5H_6O_2N_2$ und $C_6H_8O_2N_2$ nicht beständig sind und sich zu großen Atomverbänden zusammenschließen. Diese Verbände sind ganz unlöslich, können also nicht mehr molekular dispergieren. Erst mit Natronlauge wird durch Verwandlung in die Natriumverbindung wieder molekulare Dispersion erzwungen.



Für Proteine im besonderen ist die Möglichkeit eines Aufbaues aus isomerisierten Diketopiperazinen erwiesen. Die Auffindung von Polypeptiden unter den Spaltprodukten natürlicher Proteine ist nun kein berechtigter Einwand mehr gegen diese Auffassung. Auch die Unempfindlichkeit echter Diketopiperazine gegen Fermente verliert an Bedeutung. Wie bei unseren Salzsäurespaltungen kann die Fermentation natürlicher Proteine die echten Diketopiperazine umgehen und den Weg über Polypeptide nehmen. Dasselbe gilt für die Spaltung komplexer Kohlenhydrate, und vielleicht findet das natürliche Vorkommen von mehr als zweigliedrigen Polysacchariden damit seine Erklärung.

Die hochmolekularen Diketopiperazine enthalten noch das ganze Kohlenstoff-Stickstoffskelett der Methylendiketopiperazine. Nur einzelne Wasserstoffatome haben andere Plätze eingenommen und die Affinitätskräfte sind anders verteilt und übermolekular ausgeglichen. Dieser übermolekulare Ausgleich wird in unseren Beispielen durch die Anwesenheit der Methylengruppe verfestigt, verschwindet aber sofort mit der Absättigung des Methylens. In den natürlichen Proteinen wird die stabilisierende Wirkung des Methylens wahrscheinlich durch andere ähnlich wirkende Gruppen ersetzt.

Daß in den hochmolekularen Diketopiperazinen die Einzelteile $C_5H_6O_2N_2$ und $C_6H_8O_2N_2$ chemisch miteinander verbunden sind, folgt aus der Tatsache, daß wir aus ihnen mit Salzsäure *Tetrapeptide* erhalten haben. Man schlägt mit Salzsäure also doppelt so große Bruchstücke heraus wie mit Alkali oder durch katalytische Hydrierung, die zu gewöhnlichen Diketopiperazinen führt. In den hochmolekularen Kohlenhydraten und Proteinen hat die Existenz umgrenzter Einzelmoleküle aufgehört.

Ähnlich den zuvor besprochenen reversiblen Umwandlungen hochmolekularer Stoffe in molekulardispergierende Derivate ist die von Pringsheim und Aronowsky vor einigen Jahren beschriebene reversible Umwandlung des natürlichen Inulins in ein molekulardispergierendes Acetat. Aber diese Forscher haben ihre Beobachtung anders gedeutet. In ihren Feststellungen liegt für uns der Beweis, daß unsere Auffassung auch für hochmolekulare Naturstoffe zutrifft, nur daß bei der Mehrzahl der Kohlenhydrate und bei den Proteinen der übermolekulare Ausgleich der Affinitäten noch etwas fester ist, als in unseren Beispielen und beim Inulin, so daß dort bisher molekulardisperse Aufteilung auch bei Derivaten in reversibler Form nicht geglückt ist.

Unsere Versuche führen also zu der Ansicht, daß in den hochmolekularen Naturstoffen der Kohlenhydrat- und Proteingruppe die Bausteine (Zucker, Aminosäuren) unter Wasserabspaltung in kleiner Zahl zu Gruppen zusammentreten, welche infolge ihrer Affinitätsverteilung für sich unbeständig sind und einen stabilen Affinitätsausgleich nur durch Zusammentritt einer großen Anzahl wesensähnlicher Gruppen finden, die nun in ihrer Gesamtheit einer Aufteilung in molekulardisperse kleinere Elemente erfolgreichen Widerstand entgegensetzen.

Dresden, den 9. Juli 1925.

M. Bergmann.

Zur Frage nach der „Anregungsenergie" der Atomzertrümmerung.

Bekanntlich war im Anschluß an die ersten Untersuchungen Rutherfords über die Zertrümmerung von Stickstoffatomkernen unter H-Strahl-Emission längere Zeit hindurch die Meinung verbreitet, daß derartige Vorgänge den Aufwand ungewöhnlich hoher Energiemengen erfordern, so daß nur die schnellsten α-Strahlen für fähig gehalten wurden, sie herbeizuführen. Die in Wiener Instituten ausgeführten Untersuchungen von Kirsch und Pettersson haben indessen später erweisen können, daß diese Ansicht kaum aufrechterhalten werden kann und daß auch α-Teilchen von verhältnismäßig geringer Reichweite noch zertrümmernd wirken können. Da aber eine experimentelle Bestimmung derjenigen α-Strahlenenergie, welche die Anregung der getroffenen Atomkerne zur H-Strahlemission eben noch herbeizuführen imstande ist, einstweilen noch aussteht, so wäre eine wenigstens indirekte Ermittlung jener Schwellenwerte höchst wünschenswert. Die vorliegenden Angaben über die Abhängigkeit der H-Strahlreichweiten verschiedener Elemente von den Reichweiten der zertrümmernden α-Strahlen erstrecken sich allerdings über viel zu schmale Bereiche der letzteren, um eine einfache Extrapolation jener Abhängigkeiten bis zur H-Strahlreichweite Null zuzulassen. Eine hinreichend scharfe prüfbare *theoretische* Verknüpfung zwischen den beiden genannten Größen hingegen, welche jene Extrapolation gesichert ermöglichen würde, könnte nur auf eine ganz bestimmte *Annahme* über die Natur des Zertrümmerungsmechanismus gegründet werden, welcher noch reichlich im Dunkeln liegt. Die diesbezüglich bisher ausgesprochenen, z. T. recht phantastischen und verschwommenen Vorstellungen sind entweder theoretisch von vornherein unhaltbar oder aber zu speziell, um allen in Betracht kommenden Anforderungen genügen zu können. Das letztere scheint auch einem soeben erst von G. Kirsch vorgeschlagenen Mechanismus entgegengehalten werden zu müssen, nach welchem die Aussendung des H-Teilchens in manchen Fällen durch eine unmittelbar vorher

erfolgte strahlungslose Vereinigung des α-Teilchens mit dem getroffenen Atomkern bedingt werden soll[1]) — eine Vorstellung, die sich übrigens mit quantentheoretischen Gesichtspunkten sehr wohl in befriedigende Übereinstimmung bringen ließe. Der einzige Fall, für welchen KIRSCH den von ihm angegebenen Mechanismus in quantitativ befriedigender Weise durchzurechnen vermochte, betrifft die Zertrümmerung des Stickstoffatomkernes. In Abhängigkeit von der Primärstrahlreichweite (R) berechnet er zunächst jenen Teil der α-Strahlenergie, welcher zur vorübergehenden Vereinigung von α-Teilchen und N-Kern aufgewendet werden muß (E_1). Aus den beobachteten Reichweiten der in der Primärstrahlrichtung ausgesendeten H-Strahlen (r) ergibt sich anderseits der bei der Emission des H-Teilchens durch das (α + N-Kern)-Gebilde freiwerdende Betrag an innerer Energie dieses Gebildes (E_2). Die vollständige Konstanz der so ermittelbaren Energiedifferenzen

R	8,6	7,0	6,0	4,9 cm
E_1	109	93	86	$74{,}10^{-7}$ erg
r	51	40	34	26 cm
E_2	93	79	71	$59{,}10^{-7}$ erg
E_1-E_2	16	16	15	$15{,}10^{-7}$ erg

E_1-E_2 beweist zunächst, daß dem hypothetischen Endprodukt des Vorganges (ein Sauerstoffisotop O_{17}) in allen Fällen der gleiche, offenbar quantenhaft bestimmte Energieinhalt zukommen müßte, was KIRSCH auf etwas weniger direktem Wege findet und mit Recht als sehr zu Gunsten seiner Vorstellung sprechend, anführt. *Die absolute Größe der Differenz E_1-E_2 stellt nun aber nichts anderes dar, als die gesuchte „Anregungsenergie" des Zertrümmerungsvorganges*; setzt man nämlich E_2 gleich Null, so muß E_1 gerade gleich $15-16{,}10^{-7}$ erg betragen, damit ein Zusammenschluß von α-Teilchen und N-Kern unter Abspaltung eines praktisch ruhenden H-Teilchens möglich wird. Die diesem Energiebetrag entsprechende Reichweite der α-Strahlen ergibt sich zu 4,6 mm, so daß α-Strahlen von 5 mm Reichweite aufwärts hier bereits zertrümmernd wirken können sollten; der erforderliche Energiebetrag ist in der Tat ziemlich geringfügig und entspricht etwa dem Zehnfachen des $h\nu$ der Röntgen-K-Strahlung des Urans.

Wenn die Unsicherheit und bisher anscheinend mangelnde allgemeinere Anwendungsfähigkeit der zugrunde liegenden Vorstellungen von KIRSCH auch nicht genug stark betont werden können, so glaube ich doch, daß der Versuch einer experimentellen Bestätigung der mit ihrer Hilfe berechneten *Anregungsenergie der Stickstoff-Atomzertrümmerung* von höchstem Interesse sein würde.

Tiers, den 10. August 1925.

ADOLF SMEKAL.

[1]) G. KIRSCH, Phys. ZS. **26**, 457. 1925.

Naturwissenschaftliche Denkpsychologie und Gestalttheorie.

Von verschiedenen Seiten her und mit zunehmender Kraft drängt die empirische Psychologie nach einem Abschluß ihrer Grundlagen. Das zeigen seit einer Reihe von Jahren die Untersuchungen über die Psychologie des Denkens und über die Begriffe der Gestaltqualität, der fundierten Inhalte und der Komplexe. In diesen Erörterungen finden sich aber nirgends die Untersuchungen auch nur erwähnt, die jene noch fehlende Legung bereits enthalten. Nicht etwa darum, weil man um ihrer Unbrauchbarkeit willen einfach über sie zur Tagesordnung übergehen könnte, sondern — in der Regel wenigstens — nur deshalb, weil man sie überhaupt nicht kennt, obwohl sie schon viele Jahre, ja Jahrzehnte vorliegen.

Was die Gestalttheorie nämlich unter Gestalten versteht, ist nur ein Sonderfall dessen, was RICHARD AVENARIUS in seiner biologischen Psychologie als „Charaktere" — im Gegensatz zu den „Elementen" — beschreibt[1]). Wenn er es selbst nicht ausspricht, so erklärt sich das schon daraus, daß sein Werk abgeschlossen war, als die EHRENFELSsche Arbeit erschien. Jedenfalls kann niemand über jene Identität im Zweifel sein, der beides genau kennt. Ich selbst habe bereits vor 25 Jahren darauf hingewiesen[2]). Damals entwickelte ich auch schon eine Theorie vom Wesen der Begriffe[3]) und erkannte die Gestalten als Begriffe. Inzwischen habe ich diese Theorie nach der psychologischen und der physiologischen Seite weiter ausgebaut[4]) und bin außer zu einer Anzahl anderer zu folgenden grundlegenden Ergebnissen gekommen. (Zur Zeit arbeite ich an einer eingehenden Darstellung der ganzen Theorie).

Die Begriffe sind psychologische Grundwerte, letzte Realitäten wie die Empfindungen und deren Reproduktionen.

Kein Begriff ist zusammengesetzt, jeder ist einfach, elementar.

Kein Begriff ist anschaulich, auch kein geometrischer. Nur ist jeder bei seinem jeweiligen Auftreten mit Anschaulichem, also mit Empfindungen oder Reproduktionen unausweichlich verknüpft, wenn auch oft nur — wie selbst die geometrischen Begriffe häufig — mit Laut- oder sonstigen Zeichenkomplexen.

Die Begriffe sind nirgends: wie sie nicht räumlich sind, so haben sie auch keinen Ort, trotzdem sie an Empfindungen und Reproduktionen gebunden sind.

Jeder Begriff ist allgemein, besser: vielem gemein, auch die sog. Individualbegriffe.

Die Begriffe lassen sich nicht aus den Vorstellungen ableiten; auch nicht aus deren Undeutlichkeit, also nicht aus den „Vorstellungen von funktioneller Unbestimmtheit" (G. E. MÜLLER) gewinnen, sondern sind originelle psychologische Qualitäten.

Alle diese Sätze von den Begriffen gelten auch von den Gestaltqualitäten. Die Gestaltqualitäten sind also Begriffe. Im besonderen sind sie, obwohl an Anschauliches gebunden, selbst nicht anschaulich. Am besten ist das an einem Tatsachengebiet zu erkennen, das die Gestalttheoretiker, so viel ich sehe, überhaupt nicht beachtet haben: an dem der Inversionen. Hier wechselt bei gleichbleibendem Sinnesreiz die Gestaltqualität (und mit ihr ein Teil des Empfindungskomplexes), und zwar rhythmisch. Daran scheitert ohne weiteres z. B. die Gestalttheorie WOLFGANG KÖHLERS.

Die angegebenen Sätze von den Begriffen und eine Reihe wichtiger anderer, die ich hier nicht anführen

[1]) RICHARD AVENARIUS, Kritik der reinen Erfahrung. 1. Aufl. Leipzig 1888/90.

[2]) JOSEPH PETZOLDT, Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung I. Leipzig 1900, S. 279ff., 308.

[3]) Ebenda I, S. 256—341; II, s. das Register.

[4]) Solipsismus auf praktischem Gebiet. Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos. 1902. — Das Weltproblem. Leipzig 1906, 4. Aufl. 1924. — Artikel „Naturwissenschaft" im Handwörterbuch der Naturwissenschaften VII, 1913, § 40ff. — Die biologischen Grundlagen der Psychologie. Zeitschr. f. positivist. Philos. **2**, § 23ff. 1914. — Die Elemente der Welt. Monistische Monatshefte 1923, S. 363ff.

will, haben weit und tief greifende Folgen für die Psychologie, Neurologie, Erkenntnistheorie und Logik, was ich ebenfalls im Zusammenhang darstellen werde. Ich will nur erwähnen, daß das bisher ungelöste Problem der Aufmerksamkeit dabei seine Lösung findet.

Berlin-Spandau, 22. August 1925.

JOSEPH PETZOLDT.

Über die Ionisation des Wasserstoffs durch langsame Elektronen.

Mit einer Apparatur, ähnlich der, wie sie von KALLMANN und KNIPPING (Naturwissenschaften **10**, 1014. 1922) angegeben wurde, haben wir die Erscheinungen der Ionisation an Wasserstoff durch langsame Elektronen untersucht. In ähnlicher Weise wurde diese Frage auch bereits in Arbeiten von H. D. SMYTH (Proc. of the roy. soc. **104**, 121. 1923; **105**, 116. 1924) und von T. R. HOGNESS und E. G. X. LUNN (Proc. of the nat. acad. soc. **10**, 398. 1924) behandelt[1]). Es sei hier kurz das bisherige Ergebnis unserer Versuche mitgeteilt.

Es wurde in bekannter Weise (durch magnetische und elektrische Felder) die e/m-Werte der gebildeten Ionen bestimmt. Es zeigte sich, daß im wesentlichen drei Ionenarten auftreten, H^+-, H_2^+- und H_3^+. Dabei tritt H_2^+ mit weitaus größter Intensität auf, und ferner H_3^+ mit größerer Intensität als H^+. Es galt nun, festzustellen, welche Ionenarten durch Elektronenstoß primär gebildet werden, oder welche durch Ionenreaktion mit anderen Ionen oder neutralen Molekülen oder Atomen (sekundäre Ionen) entstanden sind.

Zur Entscheidung dieser Frage dienen zwei Kriterien. Zunächst müssen die sekundär entstandenen Ionen bei der kleinsten Elektronengeschwindigkeit (Verschwindespannung) für die primären Ionen, aus denen sie entstehen, ebenfalls verschwinden. Ein weiteres Kriterium bietet die Untersuchung der Druckabhängigkeit der Ionenintensitäten, da ja das Verhältnis der Intensitäten sekundärer Ionen zu denen primärer Ionen mit dem Drucke zunehmen muß.

Bei der Prüfung der ersteren Erscheinung bietet die außerordentliche Verschiedenheit der Intensitäten eine gewisse Schwierigkeit, da es ja jedenfalls vorteilhafter ist, die Verschwindespannungen zweier Ionenarten gleichzeitig in einem Versuch zu bestimmen. Aus unseren bisherigen Versuchen geht hervor, daß H_3^+ bei der gleichen Elektronenspannung wie H_2^+ verschwindet. Für H^+ ergibt die Extrapolation der Intensitätskurve, daß die Verschwindespannungen von H^+ und H_3^+ zusammenfallen oder höchstens eine sehr kleine Differenz aufweisen können (aus letzterer würde ein unwahrscheinlich kleiner Wert für die Dissoziationsarbeit des Wasserstoffs folgen). Zur exakten Entscheidung dieser Frage werden noch verschiedene Versuche, u. a. eine Messung der Verschwindespannungen in einem geeigneten Helium-Wasserstoffgemisch vorgenommen werden (bisher stand leider nur zu wenig Helium zur Verfügung).

Die Untersuchung der Druckabhängigkeit ergab das für sekundäre Ionen oben geforderte Ansteigen des Intensitätsverhältnisses mit steigendem Drucke für H^+ und H_2^+ gegenüber H_3^+. Es scheint H_3^+ beim Zusammenstoß mit neutralen H_2-Molekülen folgende beide Reaktionen auszuführen:

$$H_2^+ + H_2 \rightarrow H^+ + H + H_2 \text{ oder}$$
$$H_3^+ + H_2 = H_3^+ + H$$

Unsere Versuche lassen es jedoch nicht als ausgeschlossen erscheinen, daß außer der sekundären H^+-Bildung auch noch etwas H^+ primär gebildet wird.

Bei Verfolgung der Intensitätskurven zu höheren Elektronengeschwindigkeiten tritt oberhalb 30 Volt ein Anwachsen der H^+-Ionen auf, was mit dem von FRANK und T. KRÜGER angegebenen zweiten Ionisationspunkte von 29 Volt für die völlige Zertrümmerung des H_2-Moleküls übereinstimmen würde.

Ferner haben wir gefunden, daß bei allen Messungen ein Maximum an der Stelle auftritt, der einem e/m-Wert eines Wasserstoffkerns mit doppelter Ladung oder eines solchen von einfacher Ladung und halber Masse entspricht. Eine Erklärung für das Auftreten dieses Maximums wollen wir aber erst nach Abschluß der im Gange befindlichen Messungen geben.

Aus unseren bisherigen Versuchen ergibt sich also folgendes Bild für die Ionisationserscheinungen in Wasserstoff. Bei ca. 16 Volt entstehen durch unelastischen Elektronenstoß H_3^+-Ionen. Diese bilden ihrerseits durch Zusammenstoß mit neutralen Molekülen einerseits H^+-Ionen und andererseits auch in größerer Zahl H_3^+-Ionen und neutrale Atome. Dabei ist vorläufig auch noch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß außerdem auch schon von diesen langsamen Elektronen H^+-Ionen primär durch Stoß der Elektronen aus den Molekülen gebildet werden.

Berlin-Dahlem, den 19. August 1925.
Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie.

H. KALLMANN und M. A. BREDIG.

[1]) Anm. b. Korrekt. Leider wurden erst jetzt zwei weitere Arbeiten von HOGNESS und LUNN und von SMYTH uns bekannt, in denen diese Autoren entgegen ihren früheren Ergebnissen zu ähnlichen Resultaten wie wir kommen. Näheres siehe unsere demnächst in der Ztschr. f. Physik erscheinende Arbeit.

Akademieberichte.

National Academy of Sciences, Washington.

15. Mai.

WILLIAM C. BOECK und JAROSLAV DRBOHLAV: *The cultivation of Endamoeba Histolytica.* — S. F. CHIANG: *The rat as a possible carrier of the dysentery amoeba.* — CARL BARUS: *Pinhole probe measurements of the phase change of the telephonic end plates, acting on a closed cylindrical air column in longitudinal acoustic vibration.* — EDWIN B. WILSON: *On the Boltzmann equation* $\varrho = \varrho_0 e^{-w/kT}$. — H. KAHLER: *The band spectra of crystals and complex gases.* — EDWIN B. WILSON und WILLEM J. LUYTEN: *The frequency distribution of some measured parallaxes and of the parallaxes themselves.* — ERNEST W. BROWN: *The effect of varying mass on a binary system.*

15. Juni.

EDWARD W. BERRY: *A species of musa in the tertiary of South America.* — PETER SUSHKIN: *Outlines of the history of the recent fauna of palaearctic Asia.* — ARTHUR H. COMPTON: *On the mechanism of X-ray scattering.* Den Zusammenhang zwischen Streustrahlung und Rückstoßelektronen untersucht Verf. nach der WILSONschen Nebelmethode, die gleichzeitig ein Rückstoßelektron und die Spur eines von der Streustrahlung ausgelösten β-Strahles sichtbar machen kann. Es ergibt sich in Übereinstimmung mit BOTHE und GEIGER, daß gestreute Röntgenstrahlen sich in gerichteten Quanten ausbreiten. — DAYTON C. MILLER: *Ether-drift experiments at Mount Wilson.* Verf. kommt zu dem

Schluß, daß die auf Mount Wilson von 1921—1925 angestellten Versuche mit dem MICHELSONschen Interferometer eine Relativbewegung von Erde und Äther in diesem Laboratorium von ca. 9 km/sec, d. h. ca. $^1/_3$ der Geschwindigkeit der Erde um die Sonne ergeben. — HENRY NORRIS RUSSELL: *The intensities of lines in multiplets. I. Theory.* Es werden Quantenformeln für die Relativintensitäten von Multiplettlinien angegeben, die im wesentlichen identisch sind mit den Formeln, die vor kurzem von SOMMERFELD und HONL veröffentlicht wurden. — HENRY NORRIS RUSSELL: *The intensities of lines in multiplets. II. Observed data.* Die Richtigkeit der Formeln für die Relativintensitäten von Multiplettlinien wird an den Kingschen Intensitätsschätzungen geprüft, nachdem aus bekannten Relativintensitäten der Zusammenhang zwischen den geschätzten und den wahren Intensitäten ermittelt worden war. Die Übereinstimmung ist sehr gut. — R. A. MILLIKAN and I. S. BOWEN: *New light on two-electron jumps.* Die Verff. finden in ihren „hot-spark"-Spektren charakteristische 5-Streifensysteme, die bei allen Ionen gleichmäßig auftreten, die noch zwei Valenzelektronen besitzen, und ebenso 4-Streifensysteme, die Ionen mit drei Valenzelektronen angehören. Von diesen beiden Streifensystemen läßt sich nachweisen, daß sie ihren Ursprung dem gleichzeitigen Sprung zweier Elektronen verdanken, weil ihre Frequenzen beim Aluminium größer sind, als der Energie des 3 p_1-Terms entspricht. Es wird eine Erklärung für das Auftreten dieser Streifen und für ihre jeweilige Anzahl gegeben. — HERBERT M. EVANS and GEORGE O. BURR: *The anti-sterility vitamine fat soluble E.* — GRACE MAC LEOD, ELIZABETH E. CROFTS and FRANCIS G. BENEDICT: *The racial factor in metabolism.* — CARL VOEGTLIN, J. M. JOHNSON and HELEN A. DYER: *Protoplasmic action of copper and gold.* — G. H. PARKER: *Activities of colonial animals. III. The interrelation of zooids in soft corals.* — LUCY GRAVES TALIAFERRO: *Periodicity of reproduction, infection and resistance in bird malaria.* — EMMA L. FISK: *The chromosomes of zea mays.* — F. G. PEASE: *Measurement of the spectroscopic binary star Mizar with the interferometer.* — FREDERICK H. SEARES and P. J. VAN RHIJN: *Distribution of the stars with respect to brightness and distance from the Milky Way.* — GUSTAF STRÖMBERG: *The general distribution of cosmical velocities.*

Académie des sciences, Paris.

8. Juni 1925 (Revue générale **36**, Nr. 13).

L. OLLAT: *Sur la resonance des circuits couplés.* Bei sehr starken Koppelungen ist es möglich, noch eine Welle von höherer Frequenz als der Eigenfrequenz jedes einzelnen der Stromkreise nachzuweisen. Die Dämpfung dieser Welle ist allerdings sehr groß, wie es die Theorie verlangt. — M. NICLOUX: *Dosage de l'oxyde de carbone par la méthode an sang et remarques sur l'absorption de ce gaz par l'hemoglobine en l'absence d'oxygène.* Die Methode ist extrem empfindlich: man bestimmt leicht CO in Luft im Verhältnis 1 : 100 000. Etwa 500 ccm von Sauerstoff befreiter Luft genügen, um 2 Banden des Kohlenoxyhämoglobins zu erzeugen. — MAX und MICHEL POLONOWSKI: *Sur les aminoxydes des alcaloides du groupe de tropane.* — P. LASAREFF: *La théorie statistique de l'adaptation de l'œil du coure de la vision périphérique.* Der Autor gelangt auf statistischem Wege zu derselben Formel, zu der er schon auf anderem Wege gelangt war, und die er experimentell bestätigt hat.

15. Juni 1925.

A. METZ: *Une définition rélativiste de la simultanéité.* — J. J. TRILLAT: *Etudes de savonset de graisses au moyen des vayons X.* Die chemische Natur dieser Körper ist von Einfluß auf das Röntgendiagramm. Die Veränderung des Netzebenenabstandes ist sehr regelmäßig und beträgt etwa 1,3 Å für jedes hinzukommende CH_2. Die meisten Fette und Wachsarten orientieren sich beim einfachen Ausgießen auf Glasflächen und geben Diagramme, die zur Analyse dienen können. — A. BONTARIE und MLB. Y. MANIÈRE: *Influence de très faibles quantités de substances étrangères sur la stabilité des solutions colloidales.* Versuche über die Koagulation von Arsensulfid solen.

Royal Society, London.

11. Juni (Nature, 20. Juni).

R. MAGNUS: *Animal posture* (Croonian Lecture).

18. Juni (Nature, 27. Juni).

Lord RAYLEIGH: *Luminous vapour from the mercury arc and the progressive changes in its spectrum.* Diese Untersuchung beschäftigt sich mit dem leuchtenden Dampfstrom, den man beobachtet, wenn Quecksilber aus dem Bogen im Vakuum fortdestilliert. Die Bogenlinien, die bekannte Spektralserien bilden, sind größtenteils im Dampfstrom stark entwickelt. Eine Ausnahme bildet die Linie 1850 1 P—1 S, die zwar stark im Bogen ist, dagegen unmerklich im Dampf. Höhere Glieder verschiedener Serien erscheinen im Dampf mit größerer Relativintensität als im Bogen. Das kontinuierliche Quecksilberspektrum läßt sich nicht beim ersten Auftreten des Dampfes, wohl aber später beobachten. Das Spektrum besteht in der Grenze nur aus der Linie 2537 und dem kontinuierlichen Spektrum. Wenn der Dampf durch eine auf negativem Potential gehaltene Metallröhre geschickt wird, nimmt die Intensität des Linienspektrums im allgemeinen gegen einen bestimmten Punkt ab, jenseits dessen es verschwindet. Die Linie 2537 verhält sich anders. Ein großer Teil ihres Lichtes nimmt gegen einen Punkt zu ab, der aber jenseits der Grenze der übrigen Linien liegt; ein Rest dagegen ist anderen Ursprungs und wird nicht ausgelöscht. — J. C. MCLENNAN and G. M. SHRUM: *On the origin of the auroral green line 5577 Å and other spectra associated with the aurora borealis.* Bei Untersuchungen über den Einfluß großer Heliumbeimengungen auf das Sauerstoffspektrum wurde eine bisher unbekannte Linie photographiert. Die Wellenlänge dieser Linie wurde zu $5577 \cdot 35 \pm 0{,}15$ Å gefunden. Sie ist sehr scharf und sehr großen Intensitätsschwankungen unterworfen. Es wird der Nachweis geführt, daß diese Linie identisch mit der grünen Nordlichtlinie $5577 \cdot 350 \pm 0{,}005$ Å ist. Diese Linie muß einem bisher unbekannten Spektrum des Sauerstoffes angehören und ist nicht Kopf irgendeiner gewöhnlichen Bande des Sauerstoffbandenspektrums. Helium wurde auch benutzt, um die Stickstoffbanden in einer Intensitätsverteilung ähnlich der im Nordlicht hervorzurufen. Die Möglichkeit, daß metastabiles Helium die erregende Ursache des Nordlichtes ist, wird diskutiert. — J. C. MCLENNAN and A. B. MCLAY: *On the series spectrum of gold.* — W. A. BONE, D. M. NEWITT and D. T. A. TOWNEND: *Gaseous combustion at high pressures, Pt. V.* Die Verfasser beschreiben weitere Untersuchungen über die Explosion von Wasserstoff-Luft und Kohlenmonoxyd-Luft-Mischungen bei Anfangsdrucken bis zu 175 Atm. Unter anderem wird gezeigt: 1. Daß im allgemeinen — und außer, wenn Stickstoffaktivierung eine Rolle spielt, wie bei Kohlen-

stoffmonoxyd-Luft-Explosionen — die Zeit, die bis zum Erreichen des Maximaldruckes verstreicht, mit wachsenden Anfangsdrucken kleiner wird. 2. Das korrigierte Druckverhältnis P_{Max}/P_{Ast} wird deutlich in allen Fällen mit wachsendem Anfangsdruck größer, was wahrscheinlich der steigenden Undurchsichtigkeit des Gases für die bei der Explosion ausgesandte Strahlung zuzuschreiben ist. — W. T. DAVID: *The effect of infra-red radiation upon the rate of combustion of inflammable gaseous mixtures.* Für verschiedene Zusammensetzungen wird gefunden, daß eine erhöhte Verbrennungsgeschwindigkeit eintritt, wenn das Gemisch ultraroter Strahlung ausgesetzt wird, oder auch, wenn dafür gesorgt wird, daß die eigene bei der Verbrennung auftretende Strahlung besser absorbiert werden kann. — R. K. SCHOFIELD and E. K. RIDEAL: *The kinetic theory of surface films.* — H. M. MACDONALD: *The condition that the ratio of the intensities of the transmitted and reflected electric waves at the interface between two media is independent of their plane of polarisation.* — C. V. RAMAN and L. A. RAMDAS: *The scattering of light by liquid boundaries and its relation to surface-tension. Parts I. and II.* — H. WEISS: *The application of X-rays to the study of alloys.* — F. R. WESTON: *The flame spectra of carbon monoxide and water gas.*

25. Juni (Nature, 4. Juli).

D. H. BLACK: *β ray spectra of thorium disintegration products.* Unter Benutzung ziemlich starker Präparate von Thorium B im Gleichgewicht mit Thorium C und Thorium D wurden die β-Strahlspektren dieser Substanzen untersucht. Verschiedene neue Linien wurden gefunden. Unter diesen ist eine Gruppe von besonderem Interesse, weil sie trotz ihrer hohen Energie (2,5 Millionen Volt) von Elektronen gebildet wird, die durch einen γ-Strahl aus dem K-, L- und M-Niveau eines Atoms geworfen sind. — C. F. ELAM: *Tensile tests of crystals of an aluminium zinc alloy.* — G. SHEARER: *On the distribution of intensity in the X-ray spectra of certain long-chain organic compounds.* — In den Röntgeninterferenzbildern organischer Substanzen, deren Moleküle lange offene Kohlenstoffketten enthalten, treten gewisse Interferenzen auf, die Ebenen entsprechen, deren Abstand mit der einfachen oder doppelten Länge dieser Moleküle eng verknüpft ist. Eigenartig ist, daß diese Interferenzen bis in hohe Ordnungen gefunden werden; man kann ihre Intensität berechnen unter gewissen einfachen Annahmen über die Verteilung der Beugungszentren längs des Moleküls. Es wird so möglich, mit ziemlicher Sicherheit die Lage der CO-Gruppe in Ketonen und Estern zu ermitteln. Dies scheint eine neue Anwendungsmöglichkeit der Röntgenstrahlen für die chemische Analyse zu eröffnen. — C. F. JENKIN: *High-frequency fatigue tests.* — L. W. BRYANT and D. H. WILLIAMS: *An investigation of the flow of air around an aerofoil of infinite span.* — G. I. TAYLOR: *Note on the connexion between the lift of an aerofoil in a wind and the circulation round it (Appendix to preceding paper).* — T. H. HAVELOCK: *Wave resistance: the effect of varying draught.* — C. V. RAMAN and L. A. RAMDAS: *The scattering of light by liquid boundaries and its relation to surface tension. Part III.* — W. H. GEORGE: *An electrical method for the study of impact applied to the struck string.* Die beiden gegeneinander stoßenden Körper schließen während des Zusammenstoßes einen einfachen elektrischen Strom, der durch einen Oscillographen fließt. Aus den Stromänderungen, die das Instrument anzeigt, lassen sich die mechanischen Druckänderungen während des Zusammenstoßes ableiten. Die Methode wird zur Untersuchung des Anschlagens einer Saite verwendet. — F. H. CONSTABLE: *The mechanism of catalytic decomposition.* — S. A. EMERSON and L. C. MARTIN: *The photometric matching field. II.* — G. S. ADAIR: *Partial osmotic pressures and membrane equilibria.* — MARY W. PORTER: *A contribution to the study of the optical properties of mixed crystals.* — H. GREGORY and C. T. ARCHER: *Experimental determination of the thermal conductivities of gases.* — D. B. DEODHAR: *On atmospheric radio-activity and Indian weather.* — J. R. PARTINGTON and A. B. HOWE: *The ratio of the specific heats of hydrogen.* Die Bestimmung des Verhältnisses der spezifischen Wärmen des Wasserstoffs wird mit einer adiabatischen Expansionsmethode unternommen, die früher für Luft und Kohlendioxyd benutzt worden ist. Das Mittel aus neun Bestimmungen mit reinem Wasserstoff bei Atmosphärendruck und Zimmertemperatur ist $\gamma = C_p/C_v = 1 \cdot 4113$, woraus unter Benutzung von $C_p - C_v = 1 \cdot 9875\, C_T$ zu $4 \cdot 832$ und C_p zu $6 \cdot 820$ berechnet wurde. — A. CARY and E. K. RIDEAL: *The behaviour of crystals and lenses of fats on the surface of water. Part I.* — G. H. HENDERSON: *The capture and loss of electrons by α particles.* Einfach geladene α-Teilchen werden durch eine Ionisationsmethode gemessen. Das Verhältnis von doppelt geladenen zu einfach geladenen Teilchen im Gleichgewicht bleibt gleich in verschiedenen Stoffen (Gold, Glimmer, Aluminium usw.). Drückt man dies Verhältnis durch die n-te Potenz der Geschwindigkeit aus, so wird n mit abnehmender Geschwindigkeit größer. — A. S. PARKES: *The effects on fertility and the sex-ratio of sub-sterility exposures to X-rays.* — R. N. CHRYSTAL: *The genus Dreyfusia (order Hemiptera, family Chermesidae) in Britain and its relation to the silver fir.* — T. MORAN: *The effect of low temperatures on hens' eggs.* — T. C. ANGUS: *The electrical characteristics of an arc lamp (direct current) measured by biological effect.* — R. J. LYTHGOE and J. R. PEREIRA: *Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilisation of oxygen. Part XI. Pulse rate and oxygen intake during the early stages of recovery from severe exercise.* — J. R. PEREIRA: *Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilisation of oxygen. Part XII. A note on the technique of determining the resting oxygen intake while breathing concentrated oxygen mixtures.* — MARY E. LAING: *The composition of soap films.* — G. R. GOLDSBROUGH: *Torsional vibrations in reciprocating engine shafts.* — D. BRUNT: *Periodicities in European weather.* — S. BARRATT: *The absorption spectra of mixed metallic vapours (II.).* — S. R. SAVUR: *On the stress-optical effect in permanently overstrained celluloid.* — O. W. RICHARDSON: *Structure in the secondary hydrogen spectrum (II.).* — A. CARY and E. K. RIDEAL: *The behaviour of crystals and lenses of fats on the surface of water (II. and III.).* — J. E. JONES and P. A. TAYLOR: *Some theoretical calculations of the physical properties of certain crystals.* — C. CHREE: *The relationship between the "solar constant" and terrestrial magnetism.* — J. A. CARROLL: *The vacuum spark spectra of some of the heavier elements and series classification in the spectra of ionised atoms homologous with copper, silver, and gold.* — Sir J. C. BOSE: *Physiological and anatomical investigation of Mimosa pudica.* — J. F. FULTON: *Fatigue and plurisegmental innervation of individual muscle fibres.* — G. MATTHAI: *Colony formation in astraeid corals (I.).*

V. SIMSON.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.